Collection : SCIENCES ET TECHNIQUES AGRONOMIQUES

Edition 2015

TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIEES ET SEMIS DIRECT EN ALGERIE (Tome 1)

Recueil d'articles réalisé par Djamel BELAID
Ingénieur Agronome

SOMMAIRE DETAILLE

INTRODUCTION

Chapitre 1
CEREALICULTURE : ETAT DES LIEUX 3

Chapitre 2

INTERET DU SEMIS DIRECT EN ALGERIE 13

Chapitre 3

INTERET DU SEMIS DIRECT EN ALGERIE 21

Chapitre 2.1

INTERETS AGRONOMIQUES 43

Chapitre 2.2
L'érosion des sols en Algérie 93

Chapitre 3
SEMIS DIRECT ET CULTURES FOURRAGERES 99

Chapitre 4
MATERIEL AGRICOLE POUR SEMIS DIRECT 120

Chapitre 5
SEMIS DIRECT ET DESHERBAGE 129

Chapitre 6
TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIEES 137

Chapitre 7
LE SEMIS DIRECT A L'ETRANGER 157

Chapitre 8
TRAVAILLER A PLUSIEURS 168

INTRODUCTION

Chapitre 1
CEREALICULTURE : ETAT DES LIEUX 3

ALGERIE, RECOLTE DE CEREALES 2014, UNE RECOLTE EN BAISSE - LABOUR OU NON-LABOUR? - Stratégies de valorisation de l'eau dans les systèmes de culture pluviale en zones arides au Maroc

Stratégies de valorisation de l'eau dans les systèmes de culture pluviale en zones arides au Maroc
Jouve Ph. Agronome, ancien Directeur scientifi que du Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes, devenu Irc SupAgro Montpellier

Résumé : La faiblesse et l'irrégularité des précipitations et d'une façon générale des ressources hydrauliques constituent la contrainte majeure à l'exploitation agricole des zones arides qui occupent une grande partie des régions méditerranéennes et concernent près des deux tiers des terres cultivées du Maroc. Pour réduire cette contrainte il existe deux grands types de moyens: soit mobiliser ce qu'on appelle «l'eau bleue» l'eau stockée naturellement ou artificiellement pour pratiquer l'irrigation, soit valoriser «l'eau verte» c'est-à-dire les eaux pluviales en améliorant l'efficacité des pluies et l'efficience de l'eau consommée par les cultures. C'est ce deuxième moyen que cette communication se propose d'analyser pour les zones arides du Maroc.Cette analyse sera faite à partir des recherches menées en aridoculture par l'IAV Hassan II et l'INRA Maroc au cours des trois dernières décennies. De ce fait elle peut être considérée comme une sorte de bilan rétrospectif des recherches effectuées au cours de cette période qu'il peut être intéressant de confronter avec les orientations actuelles de la recherche en aridoculture. Mais cette communication a surtout comme objectif de présenter la stratégie de valorisation des eaux pluviales par les cultures qui avait été élaborée à partir de ces recherches. Après avoir examiné les différentes voies possibles de la valorisation des eaux pluviales, les recherches de terrain ont mis en évidence l'importance d'assurer, par des semis plus précoces, un meilleur calage du cycle des cultures par rapport à la période des pluies. Mais cette modification du calage du cycle nécessite un changement de l'ensemble du système de culture en particulier en ce qui concerne le travail du sol et le contrôle des adventices. Par ailleurs cette nouvelle stratégie de culture entraîne également des changements dans les systèmes de production en ce qui concerne notamment le recours à la mécanisation. Sur la base des résultats de ces recherches, une modélisation de l'efficience des pluies a pu être établie qui a permis d'évaluer l' accroissement des rendements que l'on pouvait attendre de la mise en application de la stratégie préconisée en zone aride et semi-aride. Ensuite, grâce à des enquêtes de terrain ont été examinées les conditions concrètes de la mise en application de cette stratégie par les agriculteurs des zones arides.
Cette communication montre qu'il existe au Maroc comme dans l'ensemble du Maghreb une marge de progrès non négligeable en matière de valorisation de la ressource en eau pluviale et que les agriculteurs disposent désormais des savoirs et savoir-faire permettant cette valorisation sous réserve d'une politique de développement agricole adaptée à leur situation.

Partie 3: Relations eau-production agricole
132
Symposium international «Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)», Rabat, Maroc, 14-16 mai 2009

Introduction

L'aridité qui concerne le tiers des terres émergées et plus du quart de la population mondiale peut se défi nir comme un défi cit pluviométrique structurel par rapport aux besoins en eau de la végétation naturelle et cultivée. Le rapport P/ETP traduit l'intensité de cette aridité.L'aridité est parfois confondue avec la sécheresse, mais celle-ci est un phénomène conjoncturel de déficit pluviométrique par rapport à la moyenne. Elle a donc une dimension temporelle alors que l'aridité, phénomène structurel, caractérise un lieu et a donc une dimension spatiale. C'est ainsi que l'UNESCO a pu établir en 1977, une carte de la répartition mondiale des régions arides qui fait référence encore aujourd'hui. Cette carte montre une grande diversité de l'aridité à l'échelle de la planète. En conséquence on ne peut valablement définir une

stratégie d'adaptation à l'aridité que par rapport à une région et un type d'aridité donnés. Cette exigence est encore renforcée par le fait que la nature des sols influe sur les caractéristiques de l'aridité et qu'il faut donc considérer non seulement l'aridité climatique mais également l'aridité édaphique (Floret et Pontannier, 1984) C'est pourquoi, dans cette communication, nous limiterons notre réflexion à l'aridité des régions méditerranéennes et plus particulièrement du Maghreb. La faiblesse et l'irrégularité des précipitations et d'une façon générale des ressources hydrauliques constituent la contrainte majeure à l'exploitation agricole de ces régions. Pour réduire cette contrainte il existe deux grandes stratégies: mobiliser ce que l'on appelle «l'eau bleue» l'eau stockée naturellement ou artificiellement pour pratiquer l'irrigation ou valoriser «l'eau verte» c'est à dire les eaux pluviales, en améliorant leur efficacité et leur efficience en matière de production végétale. A l'échelle mondiale la première correspond à 40% des ressources en eaux mobilisables, la seconde 60%.
7
L'irrigation est certainement le moyen le plus efficace pour réduire, partiellement ou totalement, le défi cit hydrique des cultures en zones arides. Dès 6000 ans avant J.-C. ce moyen a été utilisé en Mésopotamie, berceau des grandes civilisations hydrauliques et depuis, l'irrigation s'est développée dans la plupart des régions arides. Ce développement a été particulièrement important au cours des quarante dernières années durant lesquelles la superficie irriguée dans le monde a doublé ce qui, grâce à la révolution verte, a contribué sensiblement à réduire la pauvreté et le défi cit alimentaire de nombreux pays. Mais si l'on en croit les experts, de nombreuses raisons conduisent à penser que les perspectives d'extension de l'irrigation à l'échelle mondiale, dans les prochaines décennies, sont restreintes et dans les années à venir l'agriculture pluviale non irriguée devrait contribuer pour 47% de l'accroissement total de la production céréalière. Un constat du même type peut être fait pour le Maghreb et en particulier pour le Maroc qui à la suite de la politique très volontariste entreprise depuis les années 60, a mis en valeur la majeure partie du potentiel d'irrigation du pays. Ceci plaide en faveur de l'amélioration de l'efficience de «l'eau verte». C'est pourquoi dans cette communication nous examinerons surtout les voies et moyens de mieux valoriser les eaux pluviales.

Mais auparavant nous voudrions souligner qu'entre la culture irriguée et la culture pluviale il existe des formes intermédiaires de valorisation de l'eau. L'irrigation de complément à partir de l'exploitation de nappes phréatiques, qui permet de limiter partiellement le défi cit hydrique des cultures en est une (Karou et al. 2006) la pratique des cultures de décrue en est une autre. Cette pratique largement méconnue et sous estimée intéresse pourtant de vastes superficies aux marges du Sahara et présente un potentiel de production pouvant être mis en valeur à un coût bien inférieur à celui de l'irrigation (Mouret et al.2005) Mais nous nous limiterons ici aux seules perspectives de l'agriculture pluviale en zone aride.
7
Rapport mondial sur le développement humain du PNUD 2006

1 - Voies et moyens de valorisation des eaux de pluie au Maghreb

Sur la base des recherches en aridoculture faites au Maghreb et plus particulièrement dans les plaines atlantiques du Maroc (El Baghati 1978, Jouve, Berrada 1979, Karou, El Gharous et al. 1994) ainsi qu'à partir de l'analyse des pratiques des agriculteurs (Jouve, Papy, 1983) il est possible d'établir un schéma général de valorisation des eaux de pluie dans ces zones. Ce schéma qui concerne surtout les céréales (blé tendre, blé dur et orge) cultures qui occupent près de 85% des superficies cultivées en zones arides, montre qu'il existe trois voies pour améliorer cette valorisation mais qui ne sont pas toutes de même importance.

Valorisation de l'eau en culture pluviale au Maghreb

Valoriser au

mieux les eaux
de pluies
Maximiser le
stockage de l'eau
dans le sol
Minimiser les
pertes de l'eau
stockée
Maximiser
l'efficacité de
l'eau consommée
par les cultures
• Précédent cultural
• Travail du sol en fin de cycle
• Jachère travaillée
• Couverture végétale
Transfert d'eau d'une
saison à l'autre
Réduction du
ruissellement
Accroissement
de l'infiltration
• Modification du modelé du sol
• Accroissement de la rugosité du sol
• Amélioration de l'état structural
Contrôle des adventices
Limitation de
l'évaporation
directe du sol
• Desherbage
chimique et mécanique
• Choix variétal
• Longueur et place du cycle
Réduction du stress
hydrique
Accroissement de
l'efficience de l'eau
évapotranspirée
•C
alage optimum du cycle cultural
, semis précoce
• Densité du peuplement
• Amélioration de l'enracinement
profondeur , densité
• Fertilité du sol - fertilisation
• Contrôle des maladies et parasites
Fig. 1 - Schéma général de valorisation des eaux pluviales par les cultures au Maghreb
=>
La première consiste à maximiser le stockage de l'eau dans le sol.
Plusieurs techniques peuvent concourir à cet objectif:
- La jachère travaillée. Cette technique pratiquée du temps de la colonisation vise à stocker une partie des préc
ipitations tombant durant l'année de jachère pour la transférer à la campagne
suivante et en faire bénéfi
cier la culture qui y sera pratiquée (Jouve, 1985). Une telle technique
nécessite, durant l'année de jachère, un travail du sol après chaque période pluvieuse afi
n
d'empêcher le développement des adventices. Elle est donc coûteuse et requiert le recours à la

l'eau stockée dans le sol. Le travail du sol en cours de culture et en particulier les sarclo-binages contribuent à cette limitation. Une autre technique qui fait l'objet d'expérimentation mais aussi de débats est le maintien d'une couverture végétale morte sur le sol pour, entre autres, réduire l'évaporation directe du sol (Mrabet, 2002). Mais cette pratique de la couverture, très répandue dans certaines zones tropicales (Brésil, Argentine..) entre en concurrence, au Maghreb, avec les autres usages des résidus de culture et de la biomasse disponible (paille), notamment pour l'alimentation des animaux.

• Maximiser l'effi cacité de l'eau consommée par les cultures est la troisième voie pour mieux valoriser les eaux de pluie. L'objectif est ici d'améliorer le rapport entre la production utile et la quantité d'eau évapotranspirée par la culture.

Cet objectif peut être atteint de deux façons soit en réduisant le stress hydrique que l'aridité fait subir à la culture soit en améliorant l'effi cience de l'eau consommée.

La réduction du stress hydrique peut être obtenue de diff érentes façons:

- par la limitation de la densité de semis afi n que le peuplement de la culture soit compatible avec des disponibilités limitées en eau. Les essais qui ont été faits sur céréales pour explorer cette possibilité n'ont pas été très concluants du fait de la forte capacité de tallage du blé mais surtout de l'orge et des possibilités de compensation entre composantes du rendement qu'elle permet (Chaff ai 1978, Jouve, Berrada, 1979).
- par l'amélioration de la profondeur et de la densité d'enracinement qui peut être obtenue par un travail profond du sol. Ce moyen bien connu des agriculteurs des vallées pré sahariennes dont les cultures doivent supporter de longs intervalles entre irrigations, est beaucoup moins pratiqué en culture pluviale en zone aride du fait de son coût, du retard des semis qu'il entraîne et des pertes en eau lors du travail du sol.

Ce dernier moyen peut cependant accroître l'effi cience de l'eau évapotranspirée comme l'avait déjà montré les travaux d'Halaire (1963). Cette effi cience peut également être maximisée par:

- l'amélioration de l'alimentation minérale des cultures. Tous les apports de fertilisation de fond qui peuvent corriger des carences améliorent l'effi cience de l'eau consommée. En zone aride marocaine, l'eff et d'un apport de phosphore, bien que variable suivant les conditions pluviométriques, est plus effi cace que l'apport de potasse. Quant à l'intérêt d'apports d'azote, il est plus controversé du fait d'une part de la grande variabilité des préc ipitations qui rend aléatoire l'effi cacité de ces apports d'autre part de l'équilibre à respecter en situation de défi cit en eau entre la production végétative et la production de grains (El Houata, 1980).
- la lutte contre les maladies et ravageurs des cultures. Bien que l'aridité du climat limite en principe le développement de certaines ma ladies, notamment les helminthosporioses et les rouilles, la culture des céréales en zones aride et semi-aride n'est pas à l'abri de maladies et ravageurs des céréales qui aff ectent l'effi cacité de l'eau évapotranspirée et réduisent le rendement fi nal.

Parmi les premières, il faut citer les maladies cryptogamiques comme les septorioses (Septoria

tritici
et
nodorum
) qui s'attaquent au feuillage et diminue la capacité photosynthétique du couvert
végétal. Le stress hydrique favorise le développement de champignons du sol, notamment le
Fusarium culmorum
, qui provoque la pourriture des racines et du collet, entraînant une perte
de pieds à la levée et une baisse de rendements en grains de 65% (El Yamani 1994).
Parmi les ravageurs, la cecidomyie (
Mayetiola destructor
Say.) est un des plus nocifs pour les
blés en zones semi-aride et aride. Les pertes de rendements peuvent atteindre 40%. Les autres
prédateurs pouvant provoquer des dégâts sur céréales sont les moineaux et les fourmis.
En conséquence toutes les techniques de lutte contre ces maladies et prédateurs ne peuvent
qu'accroître l'effi
cience de l'eau consommée.
Mais ce qui s'est avéré comme le plus déterminant pour accroître l'effi
cacité de l'eau consommée

136

par les cultures c'est l'amélioration du positionnement des cycles culturaux.
L'analyse des relations entre pluviométrie et rendements dans les zones aride et semi-aride du
Maroc montre une forte corrélation entre pluviométrie et rendement des céréales (Papy 1979).
Cette corrélation est moins forte en zone semi-aride du fait de l'importance de la variabilité
inter saisonnière des pluies sur les rendements.
Il ressort de ces études que c'est le défi
cit cumulé au cours du cycle qui est la cause principale
de la baisse des rendements en zones aride et semi-aride (Jouve 1984). Ceci étant si l'on analyse
au cours de la campagne agricole l'évolution respective des préc
ipitations et
des besoins en eau
des cultures on s'aperçoit que le défi
cit hydrique est quasi-systématique en fi
n de cycle. Il est
évidemment plus précoce et plus intense en zone aride qu'en zone semi-aride. Il est également
d'autant plus accusé que le cycle cultural est tardif et décalé vers l'été.
Or l'étude des pratiques des agriculteurs a montré que les semis des cultures d'automne peuvent
s'étaler sur plus de deux mois et s'achever en décembre voire en janvier dans le cas de pluies
tardives. Dans ces conditions l'hypothèse a été faite qu'une meilleure superposition du cycle des
cultures sur la période des pluies par l'avancement de la date de semis, permettrait de réduire
la durée et l'intensité du défi
cit hydrique et d'augmenter les rendements. Les expérimentations
entreprises en milieu paysan ont permis de vérifi
er le bien fondé de cette hypothèse comme on
peut le voir sur la fi
gure ci-jointe.

Fig. 2 – Eff
et de la date de semis sur le rendement du blé et de l'orge en zones semi-aride
et aride
Ces résultats illustrent tout d'abord la forte diff
érence de productivité entre zone semi-aride
(P= 375 mm) et zone aride (P= 240 mm). Ils montrent que le retard de la date de semis entraîne
une diminution signifi

cative du rendement de l'orge dans les deux zones alors que pour le blé,
les semis précoces en zone semi-aride sont handicapés par l'attaque de prédateurs et la plus grande vulnérabilité vis à vis des adventices.

Notons au passage que ces résultats sont tout à fait conformes aux pratiques des agriculteurs qui sèment en zone semi-aride l'orge avant le blé ayant constaté que l'orge, grâce à sa plus grande capacité de tallage et à sa vigueur résiste plus que le blé aux prédateurs et à la concurrence

des adventices. Par contre en zone aride, ils s'eff
orcent de semer le plus tôt possible le blé
comme l'orge afi
n d'atténuer le défi
cit hydrique en fi
n de cycle. Bel exemple de validation par
l'expérimentation du savoir empirique des agriculteurs.

Il est également important de noter que ces résultats, obtenus à la fi
n des années 70, ont été
ensuite confi
rmés par les expérimentations entreprises ensuite par le Centre de recherche en aridoculture de l'INRA à Settat au cours des années 80 et 90 (Karou, El Mourid, 1994).

2 - Défi
nition d'une nouvelle stratégie de culture

Les interactions qui existent entre les diff
érents moyens d'améliorer l'économie de l'eau en
culture pluviale que nous venons d'examiner, montrent que plus que l'utilisation de telle ou telle technique prise isolément c'est l'ensemble de l'itinéraire technique qu'il faut considérer.

Aussi, sur la base des connaissances acquises
sur les systèmes de production et des résultas de
recherche en aridoculture il a été possible de proposer une nouvelle stratégie de culture des céréales pour les zones aride et semi aride du Maroc qui, sous réserve de quelques ajustements, peut être étendue à bien des régions de la rive sud de la Méditerranée (Jouve, 1993). Cette stratégie peut se formuler de la façon suivante:

Le premier objectif à rechercher est d'améliorer la coïncidence du cycle cultural avec la période pluvieuse en avançant les dates de semis afi
n de réduire la période de défi
cit hydrique en fi
n
de cycle.

Sur la base des essais de date de semis et à pa
rtir d'une simulation des rendements correspondants
à des semis précoces dés l'arrivée des pluies, à des semis de saison après la levée des adventices et à des semis tardifs, au-delà du mois de décembre, on a pu évaluer les rendements moyens correspondant aux diff
érentes positions de cycle résultant de ces trois dates de semis (Jouve,
Daoudi 1984).

Semis
Zones
précoce de saison
tardif
Rendement
moyen
zone aride
8,4
6,8
3,7
6
zone semi-aride
14,45

14,67
7,7
9
Fi
g
. 3 - Estimation des rendements céréaliers
(q
/ha
)
en fonction des dates de semis

Ces estimations font naturellement apparaître des rendements potentiels plus élevés en zone semi-aride qu'en zone aride. Ils montrent que les semis précoces sont d'autant plus avantageux que le climat est plus aride et que, quelle que soit l'aridité, les semis tardifs sont toujours nettement moins productifs.

Les conclusions que l'on peut tirer de ces résultats sont claires: Il faut semer les céréales le plus tôt possible en zone aride et supprimer les semis tardifs en zone semi-aride.

Par rapport aux rendements moyens enregistrés jusqu'en 1980, l'application d'une telle stratégie aurait permis d'augmenter de 27% les rendements des céréales en zone aride et de 62% en zone

semi-aride. Compte tenu des superfi cies cultivées dans ces deux zones (près de deux millions d'hectares) le surcroît de production a été estimé à 7 millions de quintaux (Jouve, 1984).

Les enquêtes de terrain ont mis en évidence deux raisons principales qui font que les agriculteurs étalent leurs semis. La première est l'insuffi sance de leur équipement. En traction animale, qui était l'équipement de la majorité des exploitations jusqu'en 1980, on ne peut emblaver que 1/4 à 1/6 d'hectare par jour et donc l'ensemencement de 10 ha, compte tenu des jours disponibles, s'étale sur près de deux mois.

L'autre raison, déjà signalée, qui conduit les agriculteurs à décaler leurs semis par rapport au début de la saison des pluies est leur souci d'attendre la levée des mauvaises herbes afi n de pouvoir les détruire avant l'installation des blés.

Il ressort de ces éléments que la mise en pratique de cette stratégie d'un meilleur calage des cycles de culture sur la période des pluies nécessite le recours à la mécanisation.

Mais le recours à la mécanisation ne doit pas avoir comme seul objectif une installation précoce des céréales, il doit aussi permettre d'améliorer la qualité du lit de semence grâce à une meilleure préparation du sol et d'assurer une levée plus régulière par l'emploi du semoir et si nécessaire du rouleau. Ceci étant les semis précoces présentent certains inconvénients: ils favorisent la concurrence des mauvaises herbes et le développement de maladies et parasites; c'est pourquoi les traitements herbicides constituent un corollaire indispensable à l'avancement des semis, de même qu'une plus grande vigilance vis à vis des ennemis des cultures.

On voit donc que cette nouvelle stratégie ne se limite pas à l'installation de la culture. En fait c'est tout l'itinéraire technique de la culture qui doit être modifi é. En eff et dès lors que le positionnement du cycle et l'obtention d'un peuplement homogène permettent une meilleure valorisation des eaux de pluies, il devient avantageux d'utiliser des engrais, particulièrement en zone semi-aride. Ces améliorations culturales étant réalisées, il est alors possible d'utiliser des variétés sélectionnées. Sans ces améliorations préalables de nombreux essais ont montré que ces variétés ne pouvaient exprimer leur potentiel, leurs performances n'étant pas supérieures aux variétés traditionnelles elles ne so nt pas adoptées par les agriculteurs.

3 - Adoption et impact de cette stratégie de valorisation des eaux pluviales

Cette stratégie de culture ayant été élaborée à la fi
n des années 70, il est apparu intéressant
d'examiner, avec le recul du temps, si elle avait été eff
ectivement mise en œuvre et si elle avait
eu un impact sur la production.
Pour cela on a d'abord étudié l'évolution de l'équipement des exploitations et leur degré de mécanisation qui, comme on l'a vu, constitue une des conditions essentielles de la nouvelle stratégie de culture. Les données fi
gurant sur le tableau ci-joint montrent que de 1976 à 1990
l'utilisation des facteurs de production par les exploitations a augmenté de façon signifi
cative
et qu'en particulier le taux de mécanisation, esti
mé sur la base d'un tracteur pour 100 ha, est
passé de 12% à 27% en zone aride et de 36% à 60% en zone semi-aride.

Zones
Semi-aride
1976 1990
Aride
1976 1990
Ensemble
1990
Taux d'utilisation BD
de semences
sélectionnées BT
22%
68%
-
-
6%
19%
-
-
58%
48%
kg d'engrais par hectare
41-22- 46
Taux de mécanisation
ha SAU : tracteur
ha SAU : semoir
277
-
16
-
851
3429
377
2911
-
Fig. 4 - Evolution de l'utilisation des facteurs de production
Sources 1976 - Etudes des contraintes structurelles. Doc. Plan 1978-1982, MARA
1990 – 0bjectifs de développement des zones arides. MARA-DPV, Janvier 1991
Dans le même temps on a observé une augmentation sensible des rendements des céréales. Cette augmentation est-elle à imputer à une
amélioration des techniques de culture ou à une
pluviométrie plus favorable ? Pour en juger nous avons comparé les droites de régression pluviométrie rendement des céréales calculées pour la période 75-86 avec la période 86-91. La

pente de ces droites de régression traduit l'efficacité globale des précipitations. Or qu'est-ce qu'on observe entre les deux périodes ? Pour la zone semi-aride on note une modification de la pente de ces droites et un accroissement sensible de l'efficience des pluies au cours de la dernière période. En revanche en zone aride, la pente des droites ne varie guère ce qui conduit à penser que l'efficience des pluies n'a pas changé de façon significative

ig. 4 - Relations pluviométrie - rendement des céréales au cours de périodes successives

Comment interpréter de tels résultats ? En zone aride l'accroissement du parc de tracteurs constaté au cours de la décennie 80 a davantage servi à l'extension des cultures céréalières au détriment de jachère plutôt qu'à l'amélioration des techniques de culture. Les agriculteurs ont continué de privilégier une stratégie de culture extensive considérant que les aléas climatiques sont trop importants pour garantir la rentabilité des frais de culture supplémentaires (travail du sol en sec, engrais, semences sélectionnées) que nécessiterait l'intensification de leurs cultures.

En zone semi-aride, la forte augmentation des rendements céréaliers entre la période 75-86 et celle de 86 à 91, qui sont passés de 7,7 à 14,6 q/ha, est en grande partie imputable aux changements de mode de conduite des céréales comme le montre la modification de la droite de régression pluviométrie-rendement. Cette interprétation a été corroborée par des enquêtes de terrain faites en Chaouia, en zone semi-aride, qui ont montré que les agriculteurs ont modifié leurs itinéraires techniques: les préparations du sol sont devenues plus soignées, les semis plus précoces et l'utilisation des engrais et des semences sélectionnées s'est sensiblement accrue (El Behri, 1986).

Les recherches entreprises depuis au Centre d'aridoculture de l'INRA à Settat, sans remettre fondamentalement en cause la stratégie générale de valorisation des eaux pluviales en zone aride qui vient d'être présentée, ont permis d'en améliorer l'efficacité par l'utilisation de nouvelles variétés de céréales à cycle plus court et résistantes à la cécidomyie (Lhaloui S. 2004).

Par ailleurs une alternative au travail du sol préalable à l'installation de la culture, basée sur l'emploi d'herbicides et d'une couverture végétale du sol permettant le semis direct, a fait l'objet d'expérimentations et elle est cours de vulgarisation. Ce nouveau mode d'installation des cultures dont la faisabilité pose un certain nombre de problèmes dont celui de l'équipement, présente l'intérêt de réduire les pertes directes en eau résultant du travail du sol et donc contribue à améliorer l'efficience de l'utilisation de l'eau (El-Brahli et al. 2001).

En conclusion, les recherches entreprises en aridoculture au Maroc mais dont de nombreux résultats peuvent être étendus à l'ensemble du Maghreb, ont montré qu'il existe de réelles possibilités d'améliorer la valorisation de la ressource en eau pluviale et par voie de conséquence les rendements des cultures et ainsi de réduire le fort déficit céréalier qui caractérise la région.

Cela suppose l'adoption de politiques agricoles qui facilitent l'accès, à l'ensemble des agriculteurs, aux facteurs de production nécessités par la mise en œuvre de la stratégie de culture proposée par la recherche pour valoriser un tel potentiel.

Références bibliographiques

Chaffaï A., 1978 -Comparaison d'itinéraires techniques pour la culture du blé en zone semi-aride. Mémoire Dpt. Agronomie IAV Hassan II. Rabat.

El Baghati H., 1978 – Contribution à la recherche d'une problématique de céréaliculture en zone aride Mémoire Dpt Agronomie IAV Hassan II Rabat.

El Behri A. 1986. Diagnostic agronomique sur les contraintes aux rendements des céréales (blés, orge) en Haute Chaouia et Béni Meskine, Projet Chaouia II, Direction du Développement Rural, IAV Hassan II, Rabat.

El Brahli A., Bahri A., Mrabet R. 2001 – Résultats des essais d'introduction des techniques de conservation de l'eau chez les agriculteurs dans la région de la Chaouia (Maroc), Actes des rencontres méditerranéennes sur le semis direct. Settat, 22-23 Octobre 2001.

El Gharous M., Karrou M., El Mourid M. 1984. Acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc. INRA MIAC. Rabat.

El Yamani A.- Amélioration et stabilité du rendement des céréales à travers la lutte contre les maladies au Maroc. In Acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc. INRA-MIAC, 434-441, 1994.

El. Houata – Effet de la dose et du fractionnement de la fertilisation azotée sur le blé en zone Jouve:

Stratégies de valorisation de l'eau dans les systèmes de culture pluviale semi-aride. Mémoire ENA Meknès. 1980.
Ezzamiti M. 1980. Eff et du travail du sol sur l'économie de l'eau. Conséquences sur le rendement du blé tendre en zone semi-aride. Mémoire IAV Hassan II.
Floret F., Pontanier R. 1984. Aridité climatique, aridité édaphique. Bull. Bot. Fr., 131, Actual.Lot. 2/3/4: 265-275
Hallaire M. 1963. Le potentiel effi cace de l'eau dans le sol en régime de dessèchement. In L'eau et la production végétale. 27-72 INRA.
Jouve P., Berrada A., 1979. Résultats d'expérimentations en aridoculture. Le Maroc Agricole n° 113, mars 1979, p. 20-24
Jouve P., 1985. – La lutte contre la sécheresse par les techniques culturales. Rev. Hommes, Terres, et Eaux. N° 52/53 sept.dec. 1985, Rabat p. 11-118.
Jouve P. 1993. Adaptation des systèmes de production à l'aridité au Maroc et au Sahel. Thèse Université Paul Valéry, Montpellier. Tome 1, 187p. Tome 2, 325p.
Jouve P. 1984. Relation entre défi cit hydrique et rendement des céréales (blé tendre et orge) en milieu aride. L'Agronomie Tropicale 39-4, 308-316.
Jouve P., Daoudi A. 1984. Eff ets de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zones semi-arides et arides (cas du Maroc atlantique) L'Agronomie Tropicale 39-3, 216-227.
Jouve P., Papy F. 1983. Les systèmes de culture dans les zones semi-aride et aride du Maroc occidental. Revue de Géographie du Maroc. n° 7, nouvelle série.
Karrou M. El Mourid M. 1994. Amélioration de l'efficience d'utilisation de l'eau des cultures en zones semi-arides du Maroc. In Acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc. INRA-MIAC, 141-149.
Karrou M., Chati M.T., Boutfirass M. 2006. Development strategies for water and rainfed agriculture in Morocco. in Rainefed, irrigated and marginal drylands Ed. Oweiss, Benli, Bruggeman, Farahani ICARDA.
Le Floc'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J-C. 1992. L'aridité: une contrainte au développement. Ed. ORSTOM, Paris.
Lhaloui S. 2004. In Morocco, IPM options increase wheat and chickpea yelds. Caravan ICARDA 20-21.
Mouret J.C., Moreau S., Moize M., Berdaï J., Dosso M., Jouve P. 2005. – Les cultures sur épandage des eaux de crues: Un complément de ressource sous-esti mé des systèmes oasiens. In Actes du symposium international sur le Développement durable des systèmes oasiens; Erfoud, Maroc. INRA
Mrabet R. 2002. Le semis direct: potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord. CRRA. INRA Settat.
Notes techniques du MAB 7. 1979. Carte de la répartition mondiale des régions arides – Notice explicative UNESCO
Papy F. 1979. Analyse du comportement des cultures de blé dur et d'orge dans diff érentes régions céréalières du Maroc à travers leurs réactions aux variations inter annuelles ou régimes pluviométriques. C.R. Acad. Agric. Fr, séance du 31/01/1979, 231-247.
Papy F., Leliévre F., 1979 – Les pratiques de céréaliculture dans une région aride de type méditerranéen: la plaine de Benguerir – Rev. Geo. Maroc n° 3, 23-44.
Papy F., Oussible M., Jouve P. 1981 – Les contraintes pédoclimatiques à l'exploitation des zones semi-aride et aride du Maroc occidental. Rev. Geo. Maroc n° 5 P 121-133.
Tanji, A., Karrou M. 1992. Water use and water use effi ciency of weeds and wheat in semi-arid Morocco. Al Awamia 78:29-43

Chapitre 2

INTERET DU SEMIS DIRECT EN ALGERIE 13

ALGERIE, LE SEMIS DIRECT UNE OPPORTUNITE POUR L'AGRICULTURE - Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes ? - CEREALES: GRACE AU SEMIS DIRECT, MIEUX VALORISER LES MOIS DE SEPTEMBRE ET OCTOBRE - EN ALGERIE: LE SEMIS DIRECT, UNE REVOLUTION TECHNIQUE EN AGRICULTURE - ASSURANCES AGRICOLES : NOUVEAU CHALLENGE POUR BENHABILES CHERIF, DG CNMA - TECHNIQUES SANS LABOUR: UN ENJEU ECONOMIQUE QUE NUL NE PEUT IGNORER - BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES DU SEMIS DIRECT (MAROC) - ALGERIE, SEMIS DIRECT COMPTER AVEC LES COMPENSATIONS CARBONE? - EFFET DE SERRE : MAROC, VERS -13% DE CO2

Chapitre 2.1

INTERETS AGRONOMIQUES

Chapitre 3
SEMIS DIRECT ET CULTURES FOURRAGERES

ALGERIE: L'INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION FOURRAGERE PASSE PAR LE SEMIS DIRECT - TEMOIGNAGE : L'herbe en semis direct économise deux passages

Chapitre 4
MATERIEL AGRICOLE POUR SEMIS DIRECT

MATERIEL ARATOIRE : CREATION SOCIETE MIXTE ALGERO-PORTUGAISE - ALGERIE, FABRIQUER LOCALEMENT DES SEMOIRS POUR SEMIS DIRECT? - SEMER EN DIRECT A COUT REDUIT.

Chapitre 5
SEMIS DIRECT ET DESHERBAGE

RECOLTE CEREALES 2014, ANNEE SANS ECLAT. QUE FAIRE? - « TOXICITE » DU ROUND-UP : COUP DUR POUR LE SEMIS DIRECT EN ALGERIE ? - « NOS SEMIS SIMPLIFIES ET DIRECTS SE FONT SANS GLYPHOSATE » -

Chapitre 6
TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIEES

INTEGRER LES TCS DANS DES SYSTEMES DE PRODUCTION DURABLES, UN DEFI POUR LES AGRONOMES - TRAVAIL DU SOL, TRAVAILLER AU CHISEL - ÉTATS-UNIS: LE SRIP TILL DECOUVERT PAR HASARD - AGRONOMIE : LIMITER LE TRAVAIL DU SOL AU LIT DE SEMENCES

Chapitre 7

LE SEMIS DIRECT A L'ETRANGER

PREMIERS SUCCES DU SEMIS DIRECT AU MAGHREB - LE SEMIS DIRECT DANS LA CHAOUIA. PERSPECTIVE DE DEVELOPPEMENT DANS LE CADRE DU PMV – MAROC : Interview du responsable d'‘’AGriculture, ENvironnement et Développement pour l’Avenir’’ - MACHINISME. Maroc : Un semoir innovant pour lutter contre l’érosion et la perte de fertilité des sols - TUNISIE : « COTUGRAIN » PARTENAIRE AGRICOLE POUR LE SEMIS DIRECT - TUNISIE : « COTUGRAIN » PARTENAIRE AGRICOLE POUR LE SEMIS DIRECT - L'EXPERIENCE ESPAGNOLE EN SEMIS DIRECT - No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy -

Chapitre 8
TRAVAILLER A PLUSIEURS

L'ASSOCIATION: UNE SOLUTION SOUPLE ET PERFORMANTE - LES REGLES DU JEU DE DEUX CUMA D’EURE-ET-LOIR

INTRODUCTION

Ce recueil d'articles est une synthèse sur ce qui se fait en Algérie en matière de Techniques Culturales Simplifiées (TCS) et de Direct. L'idée est de présenter en un seul document différents résultats de terrain en Algérie mais également à l'étranger. Nous avons pensé qu'ainsi, il serait possible de répondre aux attentes de tous ceux qui s'intéressent à la question : agriculteurs, cadres de l'agriculture, étudiants, universitaires, citoyens préoccupés des questions agricoles.

Aborder la question du travail du sol, c'est aborder la question de la traction en agriculture. Or , dans les exploitations agricoles ce poste occupe une grande part dans les charges de mécanisation. Arriver à réduire son montant permettrait une meilleure productivité de la céréaliculture.

Pour la première fois des agronomes algériens revisitent le dry-farming et proposent une alternative à la jachère travaillée. A l'interrogation de l'agro-économiste Omar Bessaoud qui se désole de « *l'absence d'un paradigme technique achevé pour l'agriculture pluviale* », aujourdhui la recherche agronomique locale avec les premiers résultats sur le semis direct, est en mesure d'apporter une réponse.

Cette réponse répond pleinement aux attentes des exploitants et des décideurs publics. En effet, le SD peut permettre d'améliorer le niveau de la production nationale de céréales, légumes secs et fourrages de vesce-avoine tout en réduisant les charges de mécanisation.

Un point important est à signaler. L'agro-économiste Slimane Bedrani parle de l'incertitude qui ronge tout céréaliculteur qui, à l'automne engage des fonds afin de labourer, fertiliser et semer, sans avoir l'assurance d'éviter une sécheresse. Or, même en année sèche, le SD avec sa capacité à préserver l'eau du sol, assure une récolte minimum . L'incertitude climatique et **l'incertitude de revenu de l'agriculteur peut être ainsi levée.**

Enfin le SD permet de proposer une amélioration de la production **sur les terres qui ne sont pas concernées par l'irrigation d'appoint**. Car, il ne faut pas se leurrer, l'irrigation d'appoint ne pourra concerner qu'une part minime des parcelles de céréales. La majorité d'entre-elles resteront non irriguées. En effet, il faut compter avec la demande concernant les fourrages et le maraichage. Enfin d'autres secteurs comme l'industrie et les villes sont de grosses consommatrices d'eau au moment où les barrages hydrauliques s'envasent.

Mais aborder la question de la traction et doinc du labour, c'est aborder un sujet ce qui fait l'essence même du travail de l'agriculture : le labour. Nous proposons d'abandonner le labour. Nous touchons là à un des aspects les plus profonds du métier de l'agriculteur. Nous nous attaquons à un paradigme. D'où aussi la difficulté de faire entrer le semis direct dans les mœurs.

Enfin, il est à espérer que l'information technique circule mieux en Algérie. Internet s'avère à cet égard un outil fabuleux. Nous espérons par exemple que les études faites à l'université ou à l'ITGC (travaux sur la résorption de la jachère, anciens numéros de la revue « Céréaliculture ») puissent être scannés et mis en ligne.

Le chapitre 1 se propose de préciser quelques difficultés rencontrées dans l'intensification de la céréaliculture et surtout de revenir sur ce questionnement récurent : comment produire mieux sans à chaque fois prendre prétexte de la méto.

Le chapitre 2 montre tout l'intérêt du SD en Algérie : intérêt agronomique, économique et environnemental. Nous essayons d'y démontrer que le semis direct permet d'obtenir des rendements corrects, notamment en année sèche contrairement aux conduites conventionnelles avec labour. Divers travaux abordent ensuite le niveau des marges à l'hectare obtenues par des exploitations algériennes ou marocaines pratiquant le SD. Enfin, avec la réduction des gaz à effets de serre que permet le SD, la dimension environnementale est abordée.

Le chapitre 3 aborde la question de l'implantation de cultures fourragères à l'aide du semis direct et plus particulièrement des rotations possibles lorsqu'on dispose d'un SD. A cet égard une part spéciale est accordée au semoir néo-Zélandais de marque Aitchison. Cet engin serait à tester sur jachère pâturées afin de réaliser des sur-semis et ainsi améliorer l'offre fourragère.

Le chapitre 4 aborde la question cruciale de la disponibilité en matériel de TCS et SD. Au Maghreb on peut voir que deux stratégies sont utilisées selon les pays : importer des semoirs de SD comme en Tunisie et en Algérie ou les construire sur place comme c'est le cas actuellement au Maroc. Il est à espérer que de tels engins soient prochainement

construits en Algérie.

Le chapitre 5 traite du désherbage en SD. C'est là un point crucial. Enfin, les accusations de toxicité à l'encontre du glyphosate sont évoquées.

Le chapitre 6 aborde la question des TCS. En effet, toutes les exploitations ne peuvent instantanement passer en SD. Aussi les TCS peuvent permettre une transition. C'est le cas notamment des préparations au chisel qui mériteraient plus d'attention. Une attention particulière est accordée au stipp-till. Cet engin est très utile pour la culture du maïs grain. Il pourrait intéresser des agriculteurs tentés par cette culture mise en avant par l'ONAB et l'ITGC.

Enfin, le chapitre 7 aborde les expériences du SD à l'étranger. Une place particulière est accordée au Maroc. Cela est lié tout d'abord au fait que les confrères marocains publient beaucoup. On peut les féliciter à cet égard. Mais c'est également lié au fait que le SD a énormément progressé dans ce pays. Figurent également dans ce chapitre des références techniques obtenues en Italie ou en Espagne. De courts extraits d'articles montrent que le SD préserve l'humidité du sol et que par ailleurs il permet la réduction des charges de mécanisation.

Il s'agit là d'une première édition qui sera régulièrement revue, corrigée et améliorée.

Nous remercions Mr Dominique SOLTNER pour ses encouragements afin que ce projet douvrages agronomiques puisse aboutir.

Chapitre 1.
CEREALICULTURE : ETAT DES LIEUX

ALGERIE, RECOLTE DE CEREALES 2014, UNE RECOLTE EN BAISSE - LABOUR OU NON-LABOUR? - BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES DU SEMIS DIRECT

ALGERIE, RECOLTE DE CEREALES 2014, UNE RECOLTE EN BAISSE.
D.BELAID 26.07.14

S'exprimant à l'APS, Mr Abdelouahab Nouri Ministre de l'Agriculture a confirmé les décevants résultats de la campagne céréalière en cours. La production céréalière a chuté à environ 30 millions de quintaux contre près de 50 l'an passé. Selon le Ministre, la cause serait « *la sécheresse qui a persisté durant le printemps* ». Cette situation est dramatique. Elle l'est pour le Ministre qui ne fait pas mieux que son prédécesseur. Elle l'est également pour les producteurs et pour le pays qui devra importer. Radiographie d'une campagne céréalière difficile où la sécheresse aurait été déterminante.

LE TRAVAIL DES HOMMES DE TERRAIN

Les hommes qui sur le terrain et dans les wilayas ou à Alger ont préparé et réalisé cette campagne céréalière sont à saluer. Il est en effet difficile de cultiver du blé en Algérie. En hiver pour les labours-semis, assis toute la journée sur un tracteur sans cabine et sans chauffage, il faut affronter le froid mordant des hauts plateaux. En été, il faut procéder à la récolte sous une chaleur infernale et dans l'irritante poussière de blé.

Un salut donc à ces travailleurs du secteur public et privé qui ont, durant de longues heures, labouré, semé puis enfin récolté; attelé à l'opération « machkar » durant laquelle il faut porter des journées entières de lourds sacs de blé sur l'épaule. Un salut aux agriculteurs du secteur public et privé qui ont investi dans le labour, les engrais et les semences sans finalement tirer tout le bénéfice attendu.

Un salut enfin aux ouvriers de l'ombre et aux cadres qui à tous les échelons, dans leurs bureaux en région ou à Alger n'ont pas ménagé leur peine pour assurer la disponibilité en engins, en semences engrais et produits phytosanitaires.

UN CONTEXTE CLIMATIQUE DIFFICILE

Cultiver des céréales en Algérie n'est pas facile. Certes les pouvoirs publics subventionnent comme jamais cela n'a été fait la filière céréales. Mais il faut compter avec un climat capricieux: sécheresse automnale qui retarde les semis traditionnels[1], hiver glacial et parfois gel printanier qui peut anéantir les épis en formation, sécheresses printanières ou de fin de cycle qui réduisent dramatiquement le nombre de grains par épis et le poids spécifique à la récolte.

Il faut compter également avec le réchauffement climatique. Selon Kamel Mostefa-Kara et Hakim Arif[2], la plupart des régions céréalières ont perdu une centaine de millimètres de pluie ou plus ces dernières cinquante années « le niveau des précipitations enregistrées à la station de Constantine est passé de plus de 770 mm en 1923 à 550 millimètres en 2007. À Alger, la pluviométrie est passée, sur la même période, de 1 000 mm à moins de 800 mm par an. Dans la région ouest, la station d'Oran, où les précipitations avoisinaient 500 mm dans les années 1920 et 1930, a enregistré entre 300 et 400 millimètres durant les années 2000. La pluviométrie dans la région de Saida (ouest) est passée de 300 mm en1964 à 100 mm seulement en 2004 ».

UN CONTEXTE ORGANISATIONNEL ENCORE PEU PERFORMANT

Disons le tout de go. Le contexte dans la filière céréales n'est pas à son meilleur niveau d'organisation, même si les progrès sont là. Certes les pouvoirs publics et les cadres de terrain déploient des efforts considérables: subventions et politique de concessions agricoles. Mais il manque l'essentiel: de puissantes organisations professionnelles réellement représentatives des agriculteurs. Où sont les Ceta[3] tel celui de Sidi Bel Abbès qui dans les années cinquante encadraient les céréaliers leur prodiguant conseil et réalisant un échange des pratiques agricoles entre agriculteurs de pointe et les autres? Où sont les Groupes de Développement Agricoles comme ceux

1Nous reviendrons sur cet aspect en abordant la technique du non labour avec semis direct qui permet en partie de s'affranchir de ce problème.

2 Auteurs de « État des lieux, bilan et perspectives du défi du changement climatique en Algérie », paru aux Éditions Dahlab en 2013.

3 Centre Technique d'Etudes Agricoles ou Groupe de Développement Agricole qui au niveau d'un secteur regroupe sur une base volontaire des agriculteurs pour des échanges techniques.

qui existent en Tunisie? Pour l'avoir vécu et pratiqué dans le Bassin Parisien, rien ne vaut le conseil technique de Chambre d'Agriculture: des cadres proches du terrain et dépendants directement d'élus agricoles représentatifs.

Où sont les structures de suivi technique des « coopératives » CCLS comme cela existe à l'étranger? Actuellement, les céréaliers sont pratiquement livrés à eux même. Heureusement que progressivement, grâce aux efforts de formation des pouvoirs publics et grâce à la coopération se montent des réseaux de technico-commerciaux dépendants de firmes d'agro-fournitures. Ces personnels dispensent de réels conseils techniques [4]. Autre point positif. L'énorme effort de financement de la part des pouvoirs publics avec des prêts de campagne sans intérêt, des intrans aux prix soutenus et des prix à la production des céréales très rémunérateurs. Citons également le rôle des CCLS dans la location de matériel, fourniture d'intrans et de réception des récoltes, avec une nette amélioration du service rendu aux agriculteurs.

UN CONTEXTE TECHNIQUE ENCORE INSUFFISANT

La céréaliculture algérienne a réalisé ces dernières années de nets progrès. En témoigne le passage de la production locale au dessus des 50 millions de quintaux. Du jamais vu depuis l"indépendance. En dépit de l'emploi accru de semences certifiées[5], engrais et phytosanitaires, des progrès restent à réaliser afin de résorber les points noirs.

Selon les chiffres fournis par l'OAIC et malgré les réels efforts de cet office, tous les agriculteurs n'utilisent pas des semences certifiées. Les engrais sont chers. La fertilisation phosphatée reste souvent inadaptée à cause de l'emploi de superphosphate en sol calcaire. Les engrais azotés sont essentiellement constitués par de l'urée dont l'emploi est moins souple que l'ammo-nitrate. Les apports sont rarement fractionnés.

En matière de désherbage chimique à peine un tiers des superficie est concerné. Quant aux fongicides, insecticides et engrais foliaires leur emploi progresse lentement.

Or, divers essais le montrent. Seul un itinéraire technique de qualité est à même de permettre une hausse des rendements. A Sétif, l'apport d'amendement organique sous forme de boues résiduaires a permis, dans des essais, de doubler les rendements.

L'irrigation d'appoint si utile en conditions de déficit hydrique reste encore confidentielle malgré les efforts de l'OAIC qui propose même aux céréaliers de rembourser leur emprunt par des livraisons de grains.

Quant au travail du sol, il reste pénalisé par d'anciennes méthodes inadaptées au contexte local. C'est le cas du labour. Il assèche le sol et ne permet pas de conserver l'humidité des pluies comme le permet le semis direct. Celui-ci reste limité à quelques exploitations pionnières. Pourtant il permet une réelle baisse des frais d'implantation des cultures et de semer à temps. Car trop souvent les semis s'éternisent jusqu'en décembre.

DES REFERENCES TECHNIQUES CONNUES

Il ne s'agit donc pas de rechercher des solutions nouvelles. Les techniques qui permettraient de faire progresser significativement les rendements sont connues. C'est la mise en oeuvre qui est déficiente. Certaines exploitations présentent déjà régulièrement des rendements au delà des 50 quintaux en blé dur. Les exploitants sont le plus souvent des agri-managers très au fait de la technique et en contact étroit avec les technico-commerciaux des firmes d'agrofourniture. Dans le Constantinois des agriculteurs leaders tels les Bachtarzi[6] ou Benhamadi utilisent couramment le semis direct, les désherbants ou l'irrigation d'appoint et les fongicides. A côté vivotent de petites exploitations où la semence est enfouie au cover-crop et où l'agriculteur ne reviendra sur la parcelle qu'à la récolte. Sur ces parcelles qui constituent la majorité des surfaces, engrais et phytosanitaires sont quasiment inconnus. Le relèvement des prix à la production a permis à ce type d'exploitations de continuer à produire du blé dur et de l'orge, mais louer un tracteur pour semer puis une moissonneuse-batteuse ampute l'exploitant d'une bonne part des revenus que pourrait lui assurer les céréales.

Augmenter la production céréalière signifie donc aller vers ces céréaliers dont le revenu est en partie assuré par l'élevage ovin. Comment le faire en absence d'associations professionnelles et de coopératives au sein desquels la participation de ces petits agriculteurs aurait pu donner du sens à l'intensification céréalière.

4 Il faut voir sur le net les vidéos montrant la qualité des rencontres sur le terrain entre ces technico-commerciaux et les cadres et agriculteurs.

5 L'excellent travail de sélection et de production de semences de base au niveau des stations ITGC est à noter.

6 Khaled Yacine Bachtarzi. Meilleur producteur céréalier à Guelma. «Je m'inspire beaucoup des techniques françaises». El Watan du 19/06/2012.

Que s'est-il passé ce printemps sur ce genre de parcelles menées en système extensif? Là où les semis ont été tardifs et réalisés avec des semences non certifiées; là où la fertilisation et la lutte contre les mauvaises herbes a été absente? Les plantes se sont développées tardivement puis ont été concurrencées par les adventices pour le peu d'eau encore disponible dans le sol. Des parcelles ont commencé à dépérir. Voyant cela, certains céréaliers ont transformé ces parcelles en zones de pacage pour leurs troupeaux. A l'incertitude climatique touchant les céréales, ils ont préféré miser sur la certitude de revenu que leur procurent leurs bêtes. Au niveau de l'itinéraire technique il aurait fallu créer les conditions pour mieux économiser et valoriser le peu d'eau existant dans le sol. Et pour cela, des techniques existent.

DANS L'IMMEDIAT QUE FAIRE?

Dans l'immédiat afin de ne pas succomber au découragement, il s'agit d'analyser la campagne écoulée wilaya par wilaya, daïra par daïra ou silo par silo. Cela ne se fait pas actuellement. Il n'y a pas de tradition de bilan technique de campagne[7] en Algérie. Pour cela, des enquêtes cultures avec détail de l'itinéraire technique suivi par les céréaliers[8] et rendement obtenu à la parcelle peut permettre de cerner les dysfonctionnements et la part à attribuer à la sécheresse. Cela commence à être mis en oeuvre au niveau de certains réseaux qualité blé liés aux organismes privés de transformation des céréales. Cet enregistrement de performances et la comparaison entre les pratiques des agriculteurs ayant obtenus les meilleurs rendements par rapport à la masse des autres exploitants peut permettre de déterminer des axes de travail prioritaires pour la prochaine campagne. Pour les techniciens, cette méthode permet également de tirer des préconisations adaptées et écoutées par les producteurs puisqu'elles proviennent de parcelles en situation réelle et non pas d'essais en station d'expérimentation. En procédant ainsi, l'encadrement technique peut gagner ses lettres de noblesse et acquérir la confiance des agriculteurs. Il faut le faire tout de suite dès que la moisson est terminée. Les céréaliers ont besoin par exemple, de savoir quelles variétés ont donné le plus de rendement ou quelle date de semis est préférable pour chaque variété.

Ensuite, il s'agit de réduire les coûts de production afin de maximiser la marge brute à l'hectare. Surtout pour les petits paysans obligés de recourir à la location de tracteurs. Quel drame pour ces producteurs qui ont investi en frais de labour, engrais et semences et qui finalement ont été confrontés à des cas de sécheresse comme celle de cette année. Comment dans de telles conditions d'incertitude leur demander de mettre plus d'engrais et d'acheter des semences certifiées plus chères que leurs semences de ferme? Il existe des solutions pour sortir de ce cercle vicieux: le non labour avec semis direct. Outre la réduction des coûts de mécanisation, cette technique permet de mieux économiser l'eau du sol. Ainsi, est levée l'incertitude vis à vis du risque de sécheresse printanière[9]. Des cadres de l'ITGC, dont son directeur, s'échinent à faire connaître cette technique adaptée au climat semi-aride local. Mais qui les écoutent au MADR et à l'OAIC[10]? Ces décideurs ont-ils pris conscience des 100 mm de pluie qui ne tombent plus du fait du réchauffement climatique?

Enfin pour le moyen terme, il s'agit de basculer une partie des postes des DSA vers les Chambres d'Agriculture. Seul des techniciens basés au plus proche du terrain avec un contrôle par des élus paysans démocratiquement désignés par la base permettra un suivi technique de qualité. Il faut pour cela aller étudier le fonctionnement de tels organismes à l'étranger[11] et former des cadres paysans. Une telle démarche n'est pas aisée. D'autant plus que l'actuelle aisance financière permet de déverser sur le secteur agricole moult subventions attirant des appétits particuliers féroces. En attendant, que peuvent apporter les meuneries et les semouleries? Face à l'absence d'un encadrement technique de terrain efficient, certains d'entre eux tel Groupe Benamor ou El Hadj Keraguel Abdelkrim[12] à Sétif ont mis en place des réseaux de suivi des agriculteurs. Faut-il penser à une politique de contractualisation pour les céréales comme cela est le cas pour la tomate industrielle?

C'est seulement au prix de mesures techniques et organisationnelles que la production de céréales continuera à augmenter. Les conseillers ministériels, véritables techniciens, ont le devoir de l'expliquer aux

7 Voir nos précédents articles sur les « enquêtes de culture » et la notion d'enregistrement de performances.

8 Pour commencer, une cinquantaine de parcelles enquêtées peuvent suffire.

9 Une autre façon de lever cette incertitude est de disposer d'irrigation d'appoint. Cependant, cela nécessite d'investir dans un asperseur et de disposer d'un point d'eau.

10 En Tunisie la société Cotugrain importatrice de ce genre de semoirs met en place des essais directement chez les agriculteurs. Ceux-ci voyant l'avantage apporté, surtout en année de sécheresse, ils ont immédiatement opté pour le semis direct.

11 Mais comment le pourrait-il? La formation des ingénieurs agronomes ne prévoit pas de stages à l'étranger.

12 Dans le cadre d'un réseau qualité blé, ce transformateur basé à Sétif a l'ambition de faire passer les rendements céréaliers de 14 à 20 qx/ha.

« politiques ». Ainsi donc « la sécheresse » n'explique pas tout....

LABOUR OU NON-LABOUR?

D. BELAID 11.10.2014

Sous le titre « Aïn Témouchent : Les agriculteurs boycottent l'ouverture de la campagne labours-semailles » Mohamed Kali rapporte dans El Watan ce 07.10.14 la grogne de certains céréaliers affectés par la sécheresse de la campagne écoulée.

La cause? Selon des propos d'agriculteurs « *la banque à laquelle beaucoup d'entre nous n'ont pu rembourser le crédit Rfig accordé pour la précédente campagne, rejette l'attribution d'un nouveau crédit de campagne malgré nos demandes de rééchelonnement de la créance impayée. Elle exige au préalable le versement de 50% du crédit accordé alors que ce denier l'a été sur la base d'une échéance de 18 mois et que nous ne sommes encore qu'à 12 mois!*».

Un quart des surfaces auraient été affectées par le stress hydrique de l'an passé. « *Cependant, les techniciens rejettent la faute des effets de la sécheresse sur les agriculteurs pour non-respect de l'itinéraire technique puisqu'il a été constaté des disparités entre des parcelles d'une même zone, les unes affectées par la sécheresse, d'autre pas. Ce phénomène serait dû au fait que certains céréaliculteurs auraient conséquemment consenti à la dépense pour avoir effectué des labours profonds qui, eux, permettent de recueillir un maximum d'eau lors des précipitations et d'emmagasiner durablement l'humidité dans le sol* ».

QUE FAIRE?

Il n'y a pas d'alternative. Agronomiquement et économiquement le labour ne se justifie plus dans les conditions algériennes. En affirmant cela, nous pesons nos mots. En effet, économiquement le labour est une opération longue et donc couteuse en fuel et main d'oeuvre. Dans des conditions pratiquement similaires Espagnoles et Australiens l'abandonnent massivement. Plus près de nous Marocains et Tunisiens suivent la même voie. A Sétif et Constantine, il en est de même.

La cause? Dans la plupart des cas, le labour assèche et appauvrit les sols en matière organique. Plus grave, il revient cher et grève la rentabilité des exploitations dont les rendements céréaliers ne sont pas extraordinaires.

Certes, la réussite du non-labour avec semis direct implique une plus grande technicité et se juge sur plusieurs années. Mais, il est grave que des techniciens et la banque agricole continuent à imposer aux céréaliers des pratiques désuètes.

Il est tant de revoir le cahiers des charges des prêts de campagnes RFIG. Le labour ne devrait pas être imposé. Les céréaliers devraient avoir la possibilité de pouvoir pratiquer du semis direct. A charge pour ces derniers de fournir les justificatifs adéquats aux services bancaires: attestation de possession d'un semoir en ligne ou facture pour travaux agricoles dans le cas de semis par tiers.

Mais, il est indispensables que les services agricoles de terrain fassent leur mue et s'informent sur les possibilités du semis direct. Car, il s'agit là d'une révolution technique fondamentale. Il s'agit là d'un bouleversement de la pensée agronomique remettant en cause le paradigme du labour. Enfin, le dry-farming est ainsi re-visité. Il en va de l'avenir de la céréaliculture en milieu semi-aride.

Chapitre 3

INTERET DU SEMIS DIRECT EN ALGERIE 21

ALGERIE, LE SEMIS DIRECT UNE OPPORTUNITE POUR L'AGRICULTURE - ALGERIE, CULTURES SOUS COUVERT: PRODUIRE PLUS MAIS DE FACON DURABLE - Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes ? - CEREALES: GRACE AU SEMIS DIRECT, MIEUX VALORISER LES MOIS DE SEPTEMBRE ET OCTOBRE - EN ALGERIE: LE SEMIS DIRECT, UNE REVOLUTION TECHNIQUE EN AGRICULTURE - DANS LE SUD DE LA FRANCE, UN SOL COUVERT EN PERMANENCE - ALGERIE, NOURRIR LA TERRE POUR NOURRIR LES HOMMES - ASSURANCES AGRICOLES : NOUVEAU CHALLENGE POUR BENHABILES CHERIF, DG CNMA - TECHNIQUES SANS LABOUR: UN ENJEU ECONOMIQUE QUE NUL NE PEUT IGNORER - BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES DU SEMIS DIRECT (MAROC) - ALGERIE, SEMIS DIRECT COMPTER AVEC LES COMPENSATIONS CARBONE? - EFFET DE SERRE : MAROC, VERS -13% DE CO2

ALGERIE, LE SEMIS DIRECT UNE OPPORTUNITE POUR L'AGRICULTURE.
D.BELAID 30.07.2014

Une révolution technique technique se fait jour dans les campagnes. Elle reste encore discrète mais bouleverse les anciennes façons de faire. Il s'agit de la technique du non-labour avec semis en direct. Au delà de l'effet au niveau de la parcelle, le semis direct transforme radicalement les exploitations. Au niveau national l'effet peut être un incontestable effet sur l'augmentation des productions en conditions de déficit hydrique. De ce fait, le semis direct pourrait constituer une des priorité des décideurs au niveau du MADR, des DSA, des fermes pilote, agriculteurs leaders ou à l'OAIC comme par exemple cela l'a été avec les semences certifiées.

DES OPPORTUNITES POUR LES POUVOIRS PUBLICS

Pour les décideurs, les défis sont énormes en Algérie. Dans un contexte de réduction de la rente pétrolière, de réduction des surfaces agricoles et de la pluviométrie suite au réchauffement climatique, ils doivent assurer une augmentation des productions agricoles.
Sans constituer une baguette magique, le semis direct constitue un outil puissant pour réaliser les objectifs de la décennie à venir. Examinons l'intérêt de cette nouvelle technique d'implantation des cultures.

Concernant l'érosion et la désertification, maux insidieux qui rongent les terre agricoles, le semis direct permet une agriculture durable1.

Le semis direct permet incontestablement une amélioration de la production suite à différents effets. Il amortit l'effet du stress hydrique les années sèches2 et améliore les rendements en année normale. Suite au faible volume de terre retourné, les opérations de semis sont rapides. Cela présente deux avantages:

- des semis réalisés à la date voulue (il faut savoir qu'en Algérie les semis sont tardifs et se poursuivent jusqu'en décembre ce qui est une hérésie),
- plus de surfaces emblavées (donc plus de céréales semées mais donc également plus de fourrage de vesce-avoine).

Un des points fondamentaux et trop souvent occulté est que le semis direct permet une baisse des charges de mécanisation3 et donc des frais d'implantation des cultures. Cela présente plusieurs avantages: -

- Pour les pouvoirs publics, en considérant les économies de mécanisation réalisées par l'agriculteur, il est possible de calculer la marge nette réalisée à l'hectare. Et puisqu'il y a économie du côté de l'agriculteur, les pouvoirs publics pourraient à l'avenir ne pas ré-évaluer la prime blé dur ou voire même la baisser en cas de moindre aisance financière.
- Pour les agriculteurs, l'incertitude est réduite. Il n'a plus à investir des sommes considérables dans des opérations de labours sans savoir si l'année sera bonne et s'il pourra récolter.

Le semis direct présente un inconvénient. De par sa rapidité d'exécution, il permet à des agri-managers d'agrandir leur exploitation en reprenant les terres de leurs voisins. Il y a risque d'exode rural. Cela peut être combattu en dotant les unités motoculture des CCLS de tels semoirs. Enfin, en poursuivant les opérations de réduction de prix pour les agriculteurs procédant à l'achat de matériel à plusieurs.

Cependant, afin de profiter de des avantages du semis

direct, les pouvoirs publics doivent aider des investisseurs publics ou privés à produire localement de tels engins. Déjà l'ONG française FERT développe au Maroc des partenariats pour la mise au point de prototypes simples et demandant moins de force de traction. En parallèle, il s'agit de fabriquer moins de charrues. Car qui dit labour, implique nombreuses façons superficielles pour affiner le sol et donc dépenses en carburant.

DES OPPORTUNITES AU NIVEAU DES EXPLOITATIONS

Jamais le semis direct n'aura ouvert tant d'opportunités. Citons les: préservation de la fertilité des terres, rapidité d'exécution des semis automnaux et possibilités de nouvelles rotations.

-Préservation de la fertilité des terres.

Le semis direct préserve la matière organique du sol. Il augmente ainsi rétention en eau et capacité d'échanges cationique. La stabilité structurale étant améliorée, il y a moins d'érosion.

-Rapidité d'exécution des semis automnaux.

La vitesse d'exécution des chantiers de semis est multipliée par cinq. Il s'agit là d'un atout considérable pour semer à temps et augmenter la surface emblavée à l'automne.

-Possibilités de nouvelles rotations.

C'est peut être au niveau des rotations que la nouveauté est la plus grande. Auparavant, avec le semis conventionnel il fallait travailler le sol et préparer un lit de semences. Cela avait deux inconvénients: longueur du travail et dessèchement des dix premiers centimètres du sol. Aujourd'hui, avec le semis direct, il est possible d'implanter au printemps immédiatement après par exemple une vesce-avoine ensilée. Le semis direct permet même de semer une avoine dans une luzernière au repos.

DES OPPORTUNITES AU NIVEAU DES AGRIMANAGERS

Le semis direct représente une réelle opportunité pour les agri-managers. Nous entendons par agri-managers, des agriculteurs ouverts au progrès agricole et au travail à plusieurs. Nous l'étendrons aux cadres des fermes pilotes et exceptionnellement aux sociétés de travaux agricoles.

Pour un agri-manager à la tête d'une exploitation et disposant des moyens financiers pour l'achat d'un semoir pour semis direct et le tracteur pouvant le tirer, il y a possibilité de développer une activité de travaux agricoles. Après avoir emblavé ses terres, il est possible de le faire chez ses voisins.

Mais attention, la facilité de pouvoir emblavés des centaines d'hectares de terre a par exemple entraîné en Espagne des concentrations de terre.

Pour les agri managers désirant acheter un tel matériel à plusieurs, l'optique est d'arriver à réaliser les semis à temps. En Tunisie de tels regroupements existent. Le semoir est disponible 2 jours de suite à tour de rôle chez chaque membre du petit groupe.

Pour les cadres des entreprises de travaux agricoles, disposer d'un semoir pour semis direct est un atout formidable. Cela permet de proposer à de petits exploitants d'implanter une céréale en un seul passage et donc à coût réduit. Pour les unités de motoculture des CCLS disposer d'un semoir pour semis direct, c'est l'assurance de semer un maximum d'hectares.

En résumé, le semis direct permet une agriculture d'opportunité. C'est surtout vrai au niveau de la parcelle. Le développement de cette technique passe par la mise à disposition des exploitations d'un matériel adapté et peu cher.

1Voir nos précédents articles sur la fertilité des sols en Algérie.

2Pour s'en convaincre on consultera les travaux publié localement mais surtout la synthèse pluri-annuelle réalisée par le Pr. Rachid Mrabet (Settat Maroc) et mise en ligne avec la signature de la FAO.

3A l'achat un semoir étranger pour semis direct est trois fois plus cher qu'un semoir conventionnel. Sauf à le fabriquer localement comme l'ont fait les marocains et syriens.

ALGERIE, CULTURES SOUS COUVERT: PRODUIRE PLUS MAIS DE FACON DURABLE

Djamel BELAID. 22 octobre 2013.

Comme partout, il y a des modes en agronomie. La mode actuelle est au semis direct sous couvert végétal (SCV). Il s'agit de cultiver deux plantes sur une même parcelle. L'une servant de culture principale ou

commerciale et l'autre dite « de couverture » servant à protéger le sol contre l'érosion. Loin d'être une vue de l'esprit, cette pratique phare de « l'agriculture de conservation » ou agriculture durable pourrait s'avérer très intéressante pour l'agriculture algérienne. C'est que les pratiques agricoles actuelles sont agressives pour les sols. Le labour et l'absence de restitutions organiques sous forme de paille ou de fumier fragilisent les sols et les rendent sensibles à l'érosion. Le recours partiel à des engrais dont les prix vont en augmentant n'empêche pas cet aspect agriculture « minière » qui perdure malgré l'arrêt de la colonisation.

Les principes de l'agriculture de conservation.

Afin de réduire l'érosion et la dégradation de la fertilité des sols ainsi que les coûts de production l'agriculture de conservation repose sur la combinaison de trois principes: réduction de travail du sol, protection des sols par des plantes ou des résidus organiques et diversification de la rotation des cultures.

En climat tempéré, la protection du sol est assurée par un couvert composé d'une seule espèce de légumineuse telle que vesce, trèfle, luzerne ou un mélange d'espèces légumineuses accompagnée de phacélie, d'avoine, … C'est au sein de ce couvert qu'est implantée la culture commerciale.

Le semis du couvert végétal peut être réalisé avant la récolte de la culture précédente, lors de la récolte de la culture précédente ou pendant l'interculture. Il est également possible d'implanter le couvert végétal en même temps que le semis de la culture principale ou pendant son cycle. Enfin, il peut avoir une durée de vie de seulement quelques mois. Il peut également être maintenu une année jusqu'au semis de la culture suivante voire au delà dans le cas des couverts pluriannuels.

Dans les cas des durées les plus courtes le couvert est détruit dans la culture principale par le choix d'espèces sensible au gel hivernal ou par un herbicide. La pluviométrie estivale des climats tempérés permet une foule de combinaisons de cultures se chevauchant les unes aux autres. Dans le cas du climat méditerranéen semi-aride la situation est toute autre. Tout reste à inventer...

Les engrais ne remplacent pas les amendements organiques.

La découverte du procédé de fabrication des engrais a entrainé en Europe un découplage entre apports organiques (fumier) et cultures. Auparavant la fertilisation des cultures était assurée par les déjections des animaux de ferme. Outre, l'azote, le phosphore et la potasse, le fumier de ferme apportait de la matière organique. Les exploitations associaient cultures et élevage. Avec la découverte du procédé Haber de fabrication d'engrais azoté à partir de l'azote de l'air, la nécessité d'associer cultures et élevage, c'est à dire d'assurer la fertilisation sous la forme d'amendements organiques s'est faite moins forte. Un véritable découplage s'est opéré. La croyance en la toute puissance des engrais a amené à négliger l'aspect vivant du sol[13] et la nécessité de maintenir un taux de matière suffisant afin de favoriser l'activité biologique du sol: insectes, lombrics, champignons microscopiques, bactéries et micro-organismes de toute sorte. Cette façon de penser de l'agronomie européenne se retrouve jusqu'à présent en Algérie. L'augmentation de la production est pensée uniquement en terme de « chimisation » des terres agricoles.

Depuis peu, la crise économique et les pollutions d'origine agricole ont fait redécouvrir les bienfaits de l'activité biologique du sol. Les agriculteurs européens se sont aperçus par exemple, que les lombrics pouvaient remuer le sol à la manière d'une charrue, que les champignons microscopiques développaient des associations avec les racines des plantes favorisant ainsi l'absorption des éléments minéraux du sol ou que les exsudats des racines nourrissait une vie microscopique favorable à la plante.

Le semis sous couvert, une prise de conscience récente.

Et en matière de prise de conscience, le nec plus ultra de la pratique agricole durable se manifeste par le SCV. Cette pratique est permise par l'apparition récente de semoirs de semis direct. Les frais de mécanisation sont ainsi réduits. La traditionnelle campagne de semis s'éternisant chez nous jusqu'en décembre peut se dérouler en temps voulu pour le plus grand bien des plantes. Les socs ou disques de ces nouveaux semoirs permettent un semis sans retourner le sol. Résultats, les racines non exposées à l'air par le labour traditionnel se décomposent moins vite et le sol s'enrichit en quelques années d'un humus nourricier.

Le recours aux engrais peut être réduit par l'implantation d'un couvert végétal. Celui-ci réside le plus souvent en une légumineuse qui se développe en même temps que la culture, en principe sans la

13 On a pu observer le même type de raisonnement en médecine avec l'apparition des antibiotiques. Leur utilisation a fait penser un temps à la possibilité de s'affranchir des moyens de lutte basiques contre les infections microbiennes.

concurrencer.

Au contraire, celle-ci apporte de l'azote et il a même été découvert récemment qu'un grand nombre de légumineuses améliorent la nutrition en phosphore des céréales. Le couvert peut être parfois maintenu plusieurs années selon l'espèce choisie. Tout l'art de l'agriculteur et des conseillers techniques est de choisir pour chaque région et type de sol les cultures pouvant servir de couvert. L'idéal étant étant que ce couvert ne concurrence pas la culture principale (on peut choisir une plante dont les racines n'exploitent pas la même profondeur de sol et dont les tiges ne dépassent pas la culture principale au risque de concurrencer celle-ci pour la lumière quand ce n'est pas pour l'eau ou l'azote). Parfois le couvert est constitué de deux ou 3 espèces différentes. Il s'agit également que le mélange choisi permette la maitrise des mauvaises herbes.

C'est dire la technicité qu'exige la réussite du SCV. Il implique l'abandon de deux paradigmes: celui du labour et celui de l'implantation d'un seul type de plantes sur une parcelle cultivée. Pour un agriculteur, et pour bon nombre de cadres, il s'agit là presque d'une hérésie voire d'un sacrilège.

Semis sous couvert végétal en Algérie: réalités et espoirs.

A part quelques initiatives locales peu médiatisées, le semis SCV est marginal en Algérie. Il se décline essentiellement sous sa version semis sous couvert de paille. Cela peut être expliqué par:

- la méconnaissance de cette technique,
- la longue période estivale peu propice à l'installation de cultures,
- l'association de l'élevage ovin à la céréaliculture dans un contexte criant de déficit fourrager.

Seules quelques exploitations à l'Est du pays se sont lancées dans le semis direct mais sur chaumes.

Or, à y regarder de plus près, les avantages du SCV pourraient être nombreux en Algérie. L'un des plus important consiste en la protection des sols contre l'érosion. Le couvert végétal contribue à enrichir le sol en matière organique et renforce sa stabilité structurale contre l'agression liée à la violence des pluies automnales. Les feuilles d'un couvert végétal présent dès l'automne protège les agrégats terreux d'une désagrégation sous l'effet des gouttes de pluie. Développé plus tardivement (il existe des plantes pérennes herbacées qui durant l'été semblent quasiment mortes mais redémarrent dès les premières pluies), un tel couvert conserve son action protectrice. Celle-ci s'exercerait en hiver alors que les plants de blé sont au stade 4 feuilles voire début tallage et donc incapables de protéger le sol contre l'action désagrégeante des gouttes de pluies. Lors de violents orages se sont des ravines d'un mètre de profondeur qui peuvent apparaître dans les champs.

Il faut avoir à l'esprit que bon nombre de sols locaux ne possèdent plus que 1% de matière organique lorsque la norme admise afin de résister à l'érosion est de 2%. Résultat, des sols squelettiques ou toute activité biologique est réduite à sa plus mince expression.

Un autre effet important serait d'apporter de l'azote à la culture principale. Les légumineuses ont en effet la faculté de fixer l'azote atmosphérique de l'air et d'en faire profiter les graminées qui les accompagnent. Cela améliore le taux de protéines des grains de blé et d'orge sans même apporter d'engrais azotés (cas des exploitations à faible niveau d'intrants). Or l'augmentation du taux d'azote et donc des protéines est fondamental dans le cas du blé dur et de l'orge. Dans le cas du blé dur, un meilleur taux de protéines du grain améliore les qualités semoulières. Pour les industriels locaux fabriquant des pâtes alimentaires, il s'agit là d'un point fondamental. Par ailleurs, un meilleur taux de protéines dans le blé dur constitue un apport non négligeable étant donné le coût des protéines animales locales (poissons, viandes, oeufs et fromages).

L'amélioration du taux de protéines des grains d'orge peut également constituer un atout en cas de consommation humaine (l'orge est riche en fibres et de ce fait possède des qualités diététiques reconnues même par la sévère Food Drug Administration aux USA). Mais cette amélioration peut surtout apporter un léger plus aux élevages de poulets de chair et poules pondeuses. Les protéines sont traditionnellement fournies par du soja importé. Tout apport local de protéines, même le plus minime, réduit ces importations sans cesse croissantes.

Traditionnellement en SCV, l'objectif n'est pas de récolter les graines produites par le couvert. Cependant, la recherche de substituts aux graines de soja importées pourrait se matérialiser en menant à graines de concert la culture principale et celle constituant le couvert. Cela pourrait être le cas par exemple d'une culture d'orge ou de triticale et de la légumineuse servant de couvert. Le mélange ainsi récolté pourrait servir à produire un aliment volaille. L'orge remplaçant en partie le maïs importé et la légumineuse remplaçant partiellement le soja importé. Contrairement à un blé associé à un pois fourrager dans l'optique d'améliorer le taux de protéines du blé (cas de la technique dites des cultures associées), dans

le cas présent (orge associée à un couvert de légumineuses), il n'y aurait pas à séparer après récolte par de fastidieuses opérations de tri les grains d'orge et de légumineuses.

A l'opposé de ce schéma, il peut être envisagé de ne récolter aucune graines pour les deux cultures considérées. Cela pourrait être le cas d'un maïs fourrager semé au sein d'une culture de féverole ou d'un maïs fourrager semé en même temps qu'une culture de féverole. Selon l'étage bioclimatique local: subhumide du littoral, semi-aride de l'intérieur ou aride du grand Sud plusieurs combinaisons sont possibles. Bien que traditionnellement mené sans irrigation d'appoint, le recours à un arrosage sur des parcelles en SCV au mois d'août multiplie à nouveau les combinaisons possibles.

Le semis SCV, une ingénierie spécifique pour chaque région.

Simple à décrire sur le papier, le choix des espèces pour le SCV le sont moins sur le terrain. Comme déjà dit cette pratique requière tout le savoir faire et l'expertise des agriculteurs et des cadres techniques. Il s'agit là d'une véritable ingénierie que seul le respect de quelques principes de base et d'inévitables tâtonnements de départ peuvent mettre sur pied. Il s'agit également de vaincre des réticences car ces pratiques vont à l'encontre des façons de faire traditionnelles. La rudesse du climat semi-aride algérien et la demande en fourrages et paille du cheptel ovin local ne facilitent pas la tâche des pionniers.

Une alternative au SCV est le semis direct sous paille. Broyées et laissées au sol, celles-ci constituent une protection contre l'action érosive de la pluie et un moyen d'enrichissement du sol en humus. C'est la voie choisie avec plus ou moins de réussite[14] par un groupe de pionniers à l'Est du pays.

Il apparaît que l'agriculture de conservation peut constituer un moyen pour arriver à une production durable et intensive dans les conditions algériennes. Cela provient de sa capacité à utiliser efficacement les ressources disponibles tout en maintenant la fertilité des sols. Cette démarche implique la présence continue d'un paillis organique sur le sol et la présence de couverts végétaux dans les rotations.

Une telle approche demande plus de technicité car le raisonnement ne se fait plus à la parcelle durant une campagne agricole mais en tenant compte de l'ensemble des parcelles et des productions de exploitation et cela sur plusieurs années. Le raisonnement se fait donc par système de cultures.

L'analyse des quelques cas locaux de semis sous couvert végétal montre qu'il s'agit le plus souvent de semis sur paillis. Les principes d'une agriculture de conservation ne sont donc que partiellement appliqués ce qui risque d'aboutir à des résultats imparfaits.

Il s'agit donc d'arriver à comprendre ces façons de faire imparfaites puis d'analyser leurs répercussions par rapport aux objectifs initiaux. Enfin, la priorité pour la recherche-développement est d'imaginer les approches participatives les plus efficientes permettant d'adapter les principes de l'agriculture de conservation au contexte local. Seule cette adaptabilité peut amener plus d'exploitations à adhérer à cette façon de penser les productions agricoles.

Si l'aspect semis direct du SCV est un moyen de réduire les charges de mécanisation des exploitations et incite à adopter cette technique, le volet amélioration de la fertilité du sol constitue un objectif dont les résultats ne sont visibles que sur le moyen terme voire le long terme. C'est dire combien la sécurité patrimoniale[15] de l'outil de travail de l'agriculteur est primordiale.

NOTES:

1-On a pu observer le même type de raisonnement en médecine avec l'apparition des antibiotiques. Leur utilisation a fait penser un temps à la possibilité de s'affranchir des moyens de lutte basiques contre les infections microbiennes.

2-En cas de forte présence de paille ou de chaumes au sol, les socs ou les dents du semoirs peuvent être gênés.

3-Bien que ne s'agissant que de la question du logement, la première question qui a été posée à l'auteur en 1982 lors de son affectation dans un domaine autogéré à été: « melk woula kari ?». C'est à dire: être vous locataire ou propriétaire?

14 En cas de forte présence de paille ou de chaumes au sol, les socs ou les dents du semoirs peuvent être gênés.

15 Bien que ne s'agissant que de la question du logement, la première question qui a été posée à l'auteur en 1982 lors de son affectation dans un domaine autogéré à été: « melk woula kari ?». C'est à dire: être vous locataire ou propriétaire?

QUELLES PERSPECTIVES POUR L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DANS LES ZONES CEREALIERES EN CONDITIONS ALGERIENNES?

O. Zaghouane, Z. Abdellaoui et D. Houassine (ITGC)

Cet article est doublement intéressant car il traite du semis direct mais car il est écrit avec notamment Mr O Zaghouane DG-ITGC. Il permet de connaître l'avis de ce responsable sur la question cruciale du développement de cette nouvelle technique. D. BELAID Août 2015

RESUME – En Algérie, la dégradation et la perte des sols sont très avancées et chaque année des quantités importantes de sol sont perdues emportées par les eaux et le vent. Ces phénomènes sont aggravés par les systèmes de production et les méthodes et outils de travail du sol utilisés. Aussi, afin de contribuer à résorber ces phénomènes ou du moins les limiter, l'utilisation de techniques culturales simplifiées, du semis direct et des méthodes d'agriculture de conservation peut à moyen et/ou long terme, constituer un outil à même d'atteindre cet objectif. Dans cette perspective, un programme de recherche – développement sur les techniques simplifiées et le semis direct a démarré dès la campagne agricole 2004/05 dans la zone littorale et sera dès la prochaine campagne mis en oeuvre dans la zone des hauts plateaux. L'objectif dans une première étape étant de démontrer aux agriculteurs qu'il est possible d'avoir des niveaux de productivité élevés en utilisant la méthode du semis direct et aussi de conserver les potentialités des terres avec des techniques simplifiées à même de garantir la durabilité de la qualité des terres.

Introduction

Pour parvenir à garantir une sécurité alimentaire durable, l'Algérie donne la priorité au développement agricole et rural en favorisant les investissements en amont du secteur agricole et l'utilisation des facteurs d'intensification afin d'améliorer les revenus en milieu rural. Dans ce sens et depuis quatre ans, le Plan National de Développement Agricole et Rural (PNDAR) mis en oeuvre par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, favorise l'intensification agricole afin de sécuriser la production, augmenter le niveau de la productivité et le revenu des agriculteurs et limiter la facture des importations. Il prévoit la mise en place de systèmes de cultures en fonction des zones agro-écologiques et encourage la réduction de la jachère. Mais dans les faits, le constat est que l'intensification de l'agriculture pour une production accrue, bien qu'elle ait permis d'accroître les niveaux de productivité et limiter les empiètements les plus graves sur les terres, n'a pas empêché les effets négatifs sur l'environnement. Aussi, le développement durable doit être allié avec l'environnement pour ne pas compromettre les progrès réalisés dans le domaine des rendements et exige des stratégies plus efficaces de gestion des sols, de l'eau, et de la fertilité. Pour cela, l'agriculture de conservation peut être considérée comme une alternative pour faire face à ces problèmes et assurer un développement durable car la généralisation de l'agriculture intensive en Algérie n'a guère été bénéfique pour la productivité des terres, et n'a pas épargné les terres de l'érosion et plus particulièrement dans les régions des étages bioclimatiques semiaride et aride. L'adoption des techniques culturales simplifiées et du semis direct permettrait la préservation efficace des ressources naturelles et de l'environnement, et leur diffusion doit tenir compte de la diversité du milieu producteur, de ses contraintes et du rôle joué par l'association céréale-élevage ovin. Elle vise aussi à identifier les multiples facettes de ces techniques de conservation qui aident et confortent la durabilité de l'agriculture.

Problématique de la céréaliculture en Algérie

Les grandes cultures sont essentiellement conduites sous régime pluvial, notamment les céréales qui occupent principalement la zone semiaride, avec des emblavures annuelles comprises entre 2 900 000 et 3 500 000 hectares (Feliachi, 2000). Cependant, seulement un tiers de ces emblavures se situent dans l'étage bioclimatique recevant une pluviométrie moyenne supérieure à 450 mm/an. En fait, le climat de l'Algérie se caractérise par l'insuffisance des précipitations et leur irrégularité dans l'espace et dans le temps et aussi par des pluies torrentielles ou des averses de forte intensité (I >100 mm/h) qui sont très fréquentes en automne au moment où la couverture végétale est faible (Arabi et Roose, 1989).

Ainsi, la partie nord de l'Algérie est exposée au grave phénomène de perte de terre avec une érosion spécifique annuelle moyenne variant entre 2000 tonnes/km2 et 4000 tonnes/km2 (Demmak, 1982). Ce phénomène d'érosion hydrique en réduisant la surface agricole utile et en alluvionnant les oueds et les retenues, cause de graves problèmes sociaux et pousse les populations à l'exode rural. A ces contraintes climatiques et sociales, s'ajoute une mauvaise pratique de l'agriculture dont la fertilité des sols est affectée par le travail intensif des sols, le faible retour organique et la faible activité biologique, aggravant ainsi la dégradation et l'érosion des sols. Bien plus, les systèmes de production existants dans ces régions sensibles, sont handicapés par une monoculture de céréale, associée à l'élevage ovin. Les techniques conventionnelles de production de céréales **semblent atteindre leurs limites.**

Elles sont mises en cause dans les phénomènes :

- d'érosions hydrique et éolienne,
- la destruction de la matière organique
- et de la structure de sols (Fenster et Peterson, 1979 ; Ciha, 1982 ; Cochran et al., 1982 ; Wilhelm et al., 1982 ; Bouzerzour, 1983).

En effet, le travail conventionnel du sol adopté et réalisé en plusieurs passages à une faible profondeur conduit :

- à la compaction des sols
- et à la fermeture de surface.

Le travail excessif des outils accentue le déplacement de la terre en bas des pentes. dégradation fonctionnelle des sols, une réduction de l'infiltration et un accroissement du ruissellement. Ces phénomènes sont accentués par la pratique de la jachère intégrale et la pratique systématique du labour profond suivi d'une multitude de façons superficielles nécessaires à l'affinement du lit de semis, qui augmentent les risques d'érosions hydrique et éolienne dans des milieux déjà fragilisés.

Les techniques culturales simplifiées et le semis direct sous couvert végétal apparaissent comme des alternatives à même de corriger l'impact négatif des systèmes de production adoptés par les agriculteurs. Elles arrivent à :

- mieux contrôler l'érosion,
- stocker la matière organique,
- améliorer l'efficience hydrique
- et restructurer le sol sous l'effet d'une meilleure activité biologique (Mrabet, 2000 ; Kribaa et al., 2001).
- Elles sont aussi intéressantes sous l'aspect économique (Juergens et al., 2004).

Ces techniques méritent donc d'être mieux étudiées dans le contexte agro-climatique des hautes plaines avant de se prononcer sur leur adoption par la profession. En effet, elles sont utilisées pour préserver le potentiel biologique et physicochimique des sols et les protéger des risques de l'érosion tout en limitant les frais de mécanisation. Le système du semis direct se voit comme premier pilier pour restaurer la fertilité des sols.

C'est dans cette optique que la région des hauts plateaux sera visée pour le développement de ce système dans les zones céréalières. Cette région se distingue par :

(i) une zone sud à faible potentialité connue par la fragilité et la sensibilité de ses sols, et par des rendements faibles ne dépassant pas les 5 ou 6 quintaux par hectare ;

(ii) une zone nord considérée à haute potentialité mais avec des rendements en céréales faibles compris entre 1 et 1,5 t/ha (Mahdi, 2004).

De ce fait, l'adoption de techniques culturales simplifiées et du semis direct dans les conditions décrites pourrait répondre à un double objectif : une meilleure durabilité de l'agriculture et une préservation efficace de ressources naturelles et de l'environnement. Sa diffusion nécessite la prise en compte de la spécificité du contexte rural avec ses opportunités et ses contraintes comme la complémentarité de l'élevage et de l'agriculture dans les systèmes de production, le faible niveau d'intensification de l'agriculture pluviale et le faible niveau de sensibilisation des agriculteurs et de l'ensemble des acteurs du secteur agricole aux innovations.

Résultats préliminaires sur le système du semis direct

Les travaux de recherche et de développement sur l'agriculture de conservation et plus particulièrement sur le semis direct en Algérie sont très limités. En effet, comparativement

- au Maroc **(20 ans de recherche sur le semis direct)**
- et à la Tunisie (**5 à 6 années de recherche**) où ce système a été testé et où les superficies réservées à ce système ne cessent de s'accroître,

  l'Algérie, n'a démarré des études sur le système du semis direct que depuis deux ou trois années.

Les premiers résultats confortent ceux obtenus par ailleurs dans le bassin méditerranéen. En effet, Mahdi (2004), a pu montrer dans une culture de blé dur sous pivot dans le Sud que **le système du semis direct est plus avantageux que le semis classique** tant sur le plan de la conservation du sol que sur celui de l'économie des charges et de l'énergie, ainsi que pour le rendement (Tableau 1).

Tableau 1. Effet du système du semis direct et du semis classique sur le blé sous pivot en zone sud d'Algérie (Mahdi, 2004)

Technique Temps de travail (h/ha)
Poids 1000 grains (g)
Rdt (t/ha)
Semis direct 0,8 62,94 7,29
Semis conventionnel 1,6 58,16 6,30

Cette tendance est confirmée par Berama (2004)

dans une étude sur la luzerne (Medicago sativa L.) en conditions pluviales, qui conclue que le caractère économique du système du semis direct est largement plus avantageux en comparaison avec le semis conventionnel. En effet, **le temps de travail en semis direct est dix fois moins important que dans un semis conventionnel.** Ceci permet :

- un gain de temps appréciable,
- une usure du matériel moins contraignante
- et une économie en carburant.

D'après des résultats d'analyses économiques effectuées sur quatre années dans une exploitation agricole au Maroc rapportés par Mrabet (2001), la rentabilité économique du semis direct est liée à la très forte réduction des coûts de main d'oeuvre.

Sur le plan de la productivité, les niveaux de rendements sont pratiquement similaires dans les deux systèmes de semis direct et conventionnel, ceci est dû à une plus grande efficience dans l'utilisation des intrants (pesticides et engrais) suite à la suppression des coûts de labour (Mrabet, 2001), à une meilleure efficience dans l'utilisation de l'eau (Mrabet, 2002), et à une meilleure structure et fertilité du sol (Mrabet et al., 2000) dans le cas du semis direct. Cependant, une autre étude qui a démarré en 2004, en zone pluviale, a permis de mettre en évidence que le système du semis direct dans une culture de blé dur favorise le parasitisme, avec un taux d'infestation très élevé par rapport au travail du sol minimum et aussi au semis conventionnel et que le rendement en grain du semis direct est inférieur de 26% à celui du semis conventionnel (Tableau 2) (Abdellaoui et al., 2006).

Tableau 2. Taux d'infestation de mauvaises herbes et d'infection par les maladies (Abdellaoui et al., 2006)

Infestations par les mauvaises herbes (plantes/m²)
Technique
Dicotylédones Monocotylédones
Taux d'infection /piétin échaudage
Echelle (0-9)
Rdt en grain (t/ha)
Semis direct 979 5 4 2.83
Semis conventionnel 245 4 2 3.85
Techniques culturales simplifiées 358 6 4 3.33

Perspectives de développement du semis direct en Algérie

Les résultats obtenus à travers le monde et en Afrique du Nord sont très encourageants et confirment bien que le système du semis direct permet effectivement de préserver l'environnement, qu'il améliore le potentiel de production du sol, qu'il assure la simplification des temps des travaux agricoles et qu'il permet à l'agriculteur d'économiser sur les charges engendrées par l'installation des cultures.

Ainsi, il apparaît clairement que ce système peut être un outil efficace à même de permettre une agriculture de conservation et assurer ainsi la durabilité et la préservation de l'environnement. Mais ceci ne peut se faire que si un programme de recherche adéquat sur le semis direct et orienté vers la diversification des systèmes de production est mis en place dans les zones de production céréalière. Les résultats pourraient être largement diffusés en milieu producteur et la participation des agriculteurs au programme de développement et leur engagement devraient assurer une large adoption du système dans les exploitations agricoles.

Cependant, la mise en oeuvre d'un tel programme nécessite des apports financiers tant pour le programme de recherche que pour le développement. De plus, les agriculteurs auront besoin d'un soutien financier pour l'acquisition des équipement spécifiques. Dans cette perspective, un projet de recherche développement est en cours d'élaboration pour l'introduction et le développement du semis direct en Algérie.

Références bibliographiques

Abdellaoui, Z., Fettih, S. et Zaghouane, O. (2006). Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement d'une culture de blé dur en conditions pluviales. Dans : 3èmes Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct, Saragosse (Espagne), 23-25 mars 2006.

Arabi, M. et Roose, E. (1989). Influence du système de production et du sol sur l'érosion et le ruissellement en nappe en milieu montagnard méditerranéen (station de Ouezra, Algérie). Réseau d'érosion. Bulletin No. 9. ORSTOM, Montpellier.

Berama, R. (2004). Contribution à l'étude de la technique du semis direct (cas de la luzerne). Mémoire d'ingénieur INA El Harrach, Alger, 94 p.

Bouzerzour, H. (1983). Soil disturbance and residue management effects on soil temperature, soil water and winter wheat growth and yield. MS Thesis, University of Nebraska Lincoln, 80 pp.

Ciha, A.J. (1982). Yield and yield components of four spring wheat cultivars grown under three tillage systems. Agron. J., 74 : 317-320.

Cochran, V.L. Elliot, L.F. et Papendick, R.I. (1982). Effect of crop residue management and tillage on water use efficiency and yield of winter wheat. Agron. J., 74 : 929-932.

Demmak, A. (1982). Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse de docteur ingénieur. Université Pierre et Marie Curie, Paris. Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69 187

Feliachi, K. (2000). Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Dans : Actes du premier symposium international sur la filière blé 2000 - Enjeux et stratégies, Alger (Algérie), 7-9 février 2000, pp. 21-27.

Fenster, C.R. et Peterson, G.A. (1979). Effects of No-tillage fallow as compared to conventional tillage in a wheat-fallow system. Research bulletin 289. Agricultural Experiment Station, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, 28

pp.
Juergens, L.A., Young, D.L., Schillinger, W.F. et Hinman, H.R. (2004). Economics of alternative no-till spring crop rotations in Washington's wheat-fallow region. Agron. J., 96: 154-158.
Kribaa, M., Hallaire, V., Curmi, P. et Lahmar, R. (2001). Effects of various cultivation methods on the structure and hydraulic properties of soil in semi-arid climate. Soil Tillage Research, 60 : 43-53.
Mahdi, M. (2004). Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivots. Mémoire d'ingénieur INA El Harrach, Alger, 63 p.
Mrabet, R. (2000). Differential response of wheat to tillage management systems in a semi-arid area of Morocco. Field Crop Research, 66 : 165-174.
Mrabet, R., Ibno Namr, K., Smali, N., Ahdi, M. et Saber, N. (2000). Soil quality and associated changes in fertilizer management for wheat in no-tillage production systems of semiarid Morocco. Dans : Actes du Premier Congrès de l'Association Marocaine des Sciences du Sol, ENA. Meknès (Maroc), 18-19 May 2000.
Mrabet, R. (2001). Le semis direct : Potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord. Centre de développement sous-régional pour l'Afrique du Nord (CDSR), Nations Unies, Commission Économique pour l'Afrique (CEA/TNG/CDSR/AGR), 32 p.
Mrabet, R. (2002). Wheat yield and water use efficiency under contrasting residue and tillage management systems in a semiarid area of Morocco. Expl. Agric., 38 : 237-248.
Wilhelm, W.W., Mielke, L.N. et Fenster, C.R. (1982). Root development of winter wheat as related to tillage practice in Western Nebraska. Agron. J., 74 : 85-88.
Sources : Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69 183

CEREALES: GRACE AU SEMIS DIRECT, MIEUX VALORISER LES MOIS DE SEPTEMBRE ET OCTOBRE

D. BELAID 15.06.2014

Traditionnellement, en Algérie, la dernière quinzaine du mois de septembre et le mois d'octobre sont des mois de jachère. Le sol est nu, aucune culture n'est implantée. Le sol est en attente des semis automnaux de céréales ou fourrages. Selon les années, cela constitue un manque à gagner considérable. L'agronome Lucien Seguy[16] propose de revoir cet état de chose en proposant d'implanter dès la mi-septembre des mélanges de céréales. La végétation étant ensuite détruite[17] mais laissée sur place pour servir de couverture à la culture suivante implantée par semis direct début novembre. Cette façon de faire est-elle possible en début automne alors que les pluies sont rares?

DES SEMIS SOUS COUVERT POUR LUTTER CONTRE L'EROSION OU « COUDRE LE SOL PAR DESSOUS ».

Le but premier est selon Lucien Seguy de lutter contre l'érosion des sols. Selon cet agronome, le sol «*se retrouvant nu et exposé aux agents climatiques et pire encore, non tenu par une trame racinaire efficace lorsque l'année pluviométrique est très déficitaire et la production, en conséquence, voisine de zéro* ».

Il suggère donc de: « *tout d'abord partir des réalités où la biomasse de paille est consommée en majeure partie (exportations + ovins) et, dans ces conditions, où la surface du sol est très peu protégée, d'abord coudre le sol par dessous par des systèmes racinaires efficaces, en succession ; ces derniers doivent :*

- *fixer le sol, refaire la porosité en favorisant l'infiltration de l'eau au détriment du ruissellement, injecter du carbone*
- *et recycler les nutriments lessivés* ». C'est là une façon de faire originale: « coudre le sol par dessous ».

Pour cet agronome du CIRAD qui a longtemps travaillé en Afrique sur des sols dégradés, il s'agit avant tout de favoriser l'infiltration de l'eau et éviter le ruissellement des eaux de pluies. C'est ce ruissellement à l'origine de ravines qui emporte a terre arable. Ainsi, dès 30 à 40 millimètres de pluie en août-septembre « *il faut être prêt à semer, en semis direct, des espèces telles que : la vesce velue, le ray grass, le radis fourrager, en culture pure ou en mélange* ». Le mélange de différentes espèces étant considéré comme plus efficace « *pour garantir un couvert en pluviométrie aléatoire, plus performant pour le profil cultural également ».*

La technique est séduisante. On pourrait en effet lutter contre l'érosion en améliorant la stabilité structurale du sol en amenant des amendements organiques (fumier, boues résiduaires des stations d'épuration, composts d'ordures ménagères …). Cependant étant donnée la demande par le secteur du maraichage et la taille des surfaces à traiter, faire produire par les champs leur propre protection est intéressant.

Il s'agit là d'une idée jamais émise jusque là en Algérie. Mais, à nouveau, comment installer cette précieuse couverture à la mi-septembre?

16 RAPPORT DE MISSION EN TUNISIE du 29 septembre au 4 octobre 2002. Document disponible sur le site Cirad du réseau http://agroecologie.cirad.fr Contacts : J.-F. Richard (AFD) • richardjf@afd.fr | L. Séguy (Cirad) • lucien.seguy@cirad.fr | K. M'Hedbi (CTC) • ct.cereales@planet.tn | M. Ben Hammouda (ESAK) • benhammouda.moncef@iresa.agrinet.tn

17 La destruction peut se faire en utilisant un herbicide ou par le passage d'un rouleau.

LE SEMIS DIRECT TEL UNE BLITZKRIEG, UN CONCEPT QUI BOULEVERSE LES FACONS DE FAIRE

Lucien Séguy propose d'implanter ces couverts végétaux[18] juste après les premières pluies automnales. Et il a tout à fait raison. En effet, les études statistiques de la pluviométrie en région semi-aride montre l'existence d'épisodes pluvieux automnaux non négligeable. Pourquoi dans ce cas de telles couverture n'ont-elles pas été implantées[19]? Car, dans la pratique quotidienne des exploitations, à ce moment de l'année la priorité est donnée aux labours. Les agriculteurs sont bien content de pouvoir retourner le sol humidifié par les pluies. La charrue pénètre mieux dans le sol et il y a moins de risques de surchauffe des tracteurs qui sinon peinent à tirer la charrue.

Dans de telles situations, les semis n'interviennent que plus tard, une fois que 2 passages de cover-crop aient permis de réaliser un semblant de lit de semences. Mais cette façon de procéder fait que l'agriculteur rate là une opportunité d'implantation des cultures.

Pour remédier à cette lenteur des traditionnelles « campagnes labours-semis » et donc à cette perte d'opportunité, Lucien Séguy propose d'utiliser le semis direct. Ce type de semis est permis par des semoirs lourds qui permettent de s'affranchir des longues opérations de labour et de préparation du sol. En effet, le poids de ces semoirs permet à leurs disques ou dents de travailler juste à l'endroit où sont déposés les semences. Mieux; le fait de ne pas retourner le sol permet une meilleure portance du sol. Les roues des tracteurs ne s'enfoncent pas dans la terre. Il est donc possible de démarrer des chantiers de semis même après une pluie.

Avec de tels engins, il est donc parfaitement de profiter de l'humidité du sol après les premières pluies. Car, selon les types de sols et les conditions locales, tous les sols ne sont pas desséchés de façon permanente au début de l'automne. On est là dans un raisonnement type « guerre éclair » qui a souvent divisé les stratèges militaires. Certains préférant la guerre de position. En agronomie, il s'agirait de s'affranchir de la pesanteur du labour pour profiter du moindre épisode pluvieux. D'autant plus que le semis direct n'oblige pas à retourner le sol comme en semis conventionnel ce qui favorise le dessèchement de l'horizon de surface. En novembre, l'implantation rapide de la culture principale sur couvert végétal est possible grâce à un semoir pour semis direct.

LE SEMIS DIRECT POUR MIEUX RENTABILISER LA PERIODE DES PLUIES

Ces propositions sont extrêmement novatrices et encore bien loin des pratiques des agriculteurs. Pour Lucien Séguy «*le semis direct ne se réduit pas à une simple couverture, protection du sol par de la paille, mais aussi, à une fixation du sol par les systèmes racinaires des cultures en succession. Ce point est aussi important, sinon plus que la protection de la surface pour résister à l'érosion et emmagasiner davantage d'eau au détriment du ruissellement* ».

Cette pratique permet également de nourrir le sol avant de nourrir les hommes[20].

Cependant, non seulement, les semoirs pour semis direct sont peu répandus mais les agriculteurs qui en possèdent n'utilisent pas toute la gamme des possibilités offertes par de tels engins. Elles consistent en une plus grande technicité qui se traduit par des itinéraires techniques nouveaux. Ces itinéraires sont plus performants que ceux actuellement pratiqués et qui s'apparentent le plus souvent à un système de cueillette. Il s'agit donc pour les cadres de terrain et les agriculteurs leaders de s'en emparer en les adaptant à leurs conditions spécifiques.

Le semoir pour semis direct est donc un outil qui peut considérablement améliorer la vitesse d'exécution d'implantation des cultures. Outre la possibilité offerte de lutter contre l'érosion, il permet d'utiliser au mieux toute la durée annuelle de la saison des pluies et cela sur de grandes surfaces. Son incomparable avantage est de permettre des semis sans dessécher les quinze premiers centimètres du sol comme dans le cas des semis conventionnels.

A l'autre extrémité du cycle des pluies, en cas de récolte précoce (orge, fourrages, …) selon le niveau de la pluviométrie printanière, Lucien Séguy propose de tester l'implantation de mélanges fourragers tels « les Cenchrus ciliaris (Biloela), les luzernes australiennes, le Brachiaria decumbens,le mil, le

18 On peut également imaginer y ajouter des crucifères. Leurs petites graines permettent une levée et implantation rapide.

19 Signalons que des éleveurs ovins sèment des parcelles d'orge en vert en conditions sèches dès la fin de l'été en espérant bénéficier d'orages pour la levée. D'autres utilisent l'irrigation d'appoint, mais les surfaces considérées sont sans commune mesure avec celles consacrées aux céréales grains.

20 L'absence de labour permet une amélioration du taux de matière organique du sol. A ce titre cette technique casse les pratiques anciennes de type « agriculture minière ».

quinoa, les amaranthes comestibles, l'Eleusine Coracana, les avoines à cycle
très court de Madagascar (90 jours), le sarrazin, le radis fourrager, le melilot jaune, la minette, la vesce velue (Vicia villosa), les sorghos muskwaris, le trèfle d'Alexandrie (Bersim), Cajanus Cajan, Andropogon gayanus, le fromental ». Il s'agit d'opportunités répétons le variables selon les années et le type de parcelles. Mais seule la souplesse d'implantation permise par le semis direct permet de saisir ces opportunités. Chose impossible en semis conventionnel.

A ce titre, plus que tout autre outil, il mérite toute l'attention du monde agricole.

EN ALGERIE: LE SEMIS DIRECT, UNE REVOLUTION TECHNIQUE EN AGRICULTURE
Djamel BELAID Mis en ligne Août 2011. Réactualisé Avril 2014.

Traditionnellement, avant de semer des céréales, l'agriculteur procède au labour de sa parcelle. Des agronomes algériens proposent de s'affranchir de cette étape couteuse en temps et en moyens matériels pour procéder directement au semis. C'est la technique du semis direct. Depuis 5 ans, dans les régions de Sétif, Oum El Bouaghi, Guelma ou Annaba, des EAC et EAI se sont déjà convertis à cette nouvelle pratique. On compte déjà une vingtaine de semoirs direct sur le terrain. Près de 7000 hectares sont concernés. L'année dernière un colloque sur la question s'est tenu à Sétif. Comment expliquer cet engouement?

EN SEMIS DIRECT, NECESSITE D'UN MATERIEL SPECIFIQUE

Cette nouvelle technique repose sur l'abandon du labour. Elle nécessite un matériel spécifique. En semis direct, il n'y a plus de travail du sol tel qu'on l'entend traditionnellement. Le labour ou l'emploi d'outils à disques du type déchaumeuse ou cover-crop est ainsi exclu. Aussi, lors du semis, le semoir doit donc disposer de disques ou de dents capables d'entamer la surface du sol afin de déposer les semences à 3 centimètres de profondeur. Ce type de semoir est donc différent des semoirs actuellement existant sur les exploitations agricoles. Il est plus lourd. Cette technique implique donc de disposer de semoirs spécifiques. Des exploitations se sont déjà équipées en semoirs Kuhn, Seméato, Sola. Ces semoirs coûtent en moyenne 3 fois le prix d'un semoir ordinaire[21]. PMAT est en pourparlers avec la société espagnole Sola afin de réaliser une production locale de ces engins.

Une autre contrainte apparaît avec l'abandon du labour. En retournant la terre, celui-ci permet d'éliminer les mauvaises herbes déjà installées à l'automne. Le semis direct implique donc obligatoirement une lutte chimique contre ces adventices déjà présentent au semis. L'exploitant désirant passer au semis direct doit donc impérativement disposer d'un pulvérisateur afin de réaliser à un désherbage chimique. Une autre solution consiste à procéder à un désherbage mécanique en utilisant une herse étrille[22].

AVEC LE SEMIS DIRECT MOINS D'EROSION

En climat méditerranéen, les sols sont fortement sensibles à l'érosion. Sur les hauts-plateaux, il est fréquent d'observer sur les sols en pente, des ravines; signes d'érosion. L'érosion peut emporter de 2000 à 4000 tonnes de terre par km2 et par an. A l'échelle de temps humaine, ce sol qui est emporté par les pluies n'a pas le temps d'être régénéré.

Or, le semis direct est considéré par les spécialistes comme une technique permettant la conservation des sols. Le labour est remis en question dans différentes régions du monde. Ses détracteurs l'accusent, à juste titre, de favoriser la minéralisation de la matière organique du sol, de ne pas respecter la biologie du sol et donc de favoriser l'érosion.

Un universitaire algérien, le Pr M.KRIBAA a montré, dès 2001, que dans nos conditions climatiques et pédologiques, les techniques conventionnelles dégradent fortement la matière organique du sol. Or, cette matière organique protège le sol contre l'érosion. Certes, cette dégradation se traduit par une minéralisation de la matière organique et donc la production d'éléments minéraux bien utiles à la plante. Mais, il existe un autre moyen d'apporter ces précieux éléments: en utilisant des engrais. On préserve ainsi, le capital organique du sol si bénéfique pour la rétention d'eau.

Car, il faut rappeler que l'agriculture coloniale a été,

21 Il existe des semoirs syriens construits avec l'aide d'experts internationaux. De son côté le Maroc a débuté la production de prototypes. Enfin, l'ex-Cemagref propose avec l'Afdi un prototype de semoirs ne nécessitant que peu de force de traction. Le prix de ces modèles est bien inférieur aux semoirs européens.

22 Une herse étrille est constituée de dents vibrantes. Telle un peigne la herse étrille passe sur l'ensemble de la culture et élimine les plantules de mauvaises herbes. Une vidéo est visible sur le site ww.arvalis.fr

avant tout, une agriculture « minière ». Contrairement à l'araire du fellah, la charrue en acier des colons a permis d'exploiter des couches de sols plus profondes et donc plus riches en matière organique. La minéralisation de cette matière organique qui s'était accumulée pendant des siècles a permis au colon de ne pas utiliser d'engrais. Les agronomes de l'époque s'émerveillaient du fait qu'il suffisait de travailler le sol plus profondément et plus souvent pour que les rendements augmentent et cela sans le moindre sac d'engrais. Actuellement, si l'utilisation des engrais progresse, la dent du mouton pâturant après la récolte, ne laisse aucun brin de paille sur le sol. A part les racines, le sol n'est pas enrichi en cette précieuse matière organique si protectrice pour nos sols.

Dans certaines régions, les sols sont très peu profonds, la pluviométrie faible et irrégulière. Après les 40 centimètres de terre arable, le calcaire de la roche mère apparaît. Les racines des cultures ne peuvent trouver dans ces conditions toute l'eau et les minéraux nécessaires à une bonne croissance. Les rendements sont faibles. Dans de telles conditions, le labour s'avère non seulement une opération qui dégrade le sol mais également économiquement non rentable. Les agronomes présents au sud de Sétif notent même des phénomènes d'érosion éolienne. Dans de tels sols, le labour n'aurait que pour effet de remonter des pierres et assécher les premières couches du sol.

SEMER DIX FOIS PLUS VITE

Dans les exploitations agricoles, la période labour-semis des céréales est l'occasion d'une pointe de travail à l'automne et de retards dans l'exécution des semis. Souvent on attend les pluies pour commencer les semis. Il est vrai que labourer un sol trop sec demande des efforts au matériel. Les moteurs chauffent et les tracteurs sont usés prématurément. Chaque variété de blé et d'orge possède une période idéale de semis. Passée cette période, les rendements chutent. Or, le semis direct permet une meilleure flexibilité dans l'organisation des chantiers de semis.

Les exploitations agricoles manquent de tracteurs pour labourer, affiner le sol et semer. Il y a bien sûr un manque de tracteurs mais aussi un manque de tracteurs puissants. De ce fait, les tracteurs ne peuvent tirer que des outils de faible largeur. Quand on sait que les parcelles à semer sont de l'ordre de la dizaine d'hectares et plus, on peut imaginer la lenteur des travaux. Or, répétons le, passée la date optimale de semis, le rendement du blé diminue.

Le secteur agricole est par ailleurs, tourné vers la résorption de la jachère. Sur les hauts-Plateaux, traditionnellement seule une moitié de la superficie d'une exploitation est semée en céréales. L'autre moitié n'est pas semée; elle est laissée en jachère. Les surfaces en jachère sont certes pâturées par les troupeaux de moutons mais c'est autant de terres non semées en céréales ou fourrages.

Réduire les importations alimentaires implique donc de réduire les surfaces en jachère. Mais cela a pour corollaire de travailler plus de surfaces.

Principales fonctions de la jachère (extraits).

Historiquement, la jachère se justifiait, même en Europe du Nord, par les fonctions qu'elle remplissait, notamment sur le plan agronomique. La jachère s'est élaborée comme moyen d'adaptation cohérent avec l'ensemble formé par les techniques et le fonctionnement des exploitations (SÉBILLOTTE et al., 1993).

La principale fonction de la jachère pâturée est l'alimentation d'un troupeau qui pâture les chaumes, les adventices et les repousses de céréales. Elle a aussi pour objet l'entretien du stock de semences d'adventices du sol.

Les effets de la jachère sur le bilan hydrique dépendent, en règle générale, de la date des labours : leur précocité favorise un meilleur stockage de l'eau dans le sol ; avec des labours tardifs, comme c'est le cas pour une jachère pâturée, la possibilité de réaliser des réserves hydriques paraît alors compromise. Cette règle parait toutefois contestée dans le cadre des zones céréalières semiarides.

Ainsi, depuis fort longtemps, les travaux réalisés en 1962 dans la région de Sétif (Hautes plaines de l'est algérien) par PERRIER

Place de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides (1973) ont montré que l'effet global de la jachère travaillée (labours précoces) a été un gain de 60 mm d'eau en fin de saison (35 à 40% de la réserve utilisable), mais à une profondeur supérieure à 60 cm.

L'intérêt de la jachère considérée (végétation spontanée jusqu'au labour de printemps) n'est donc pas évident (PERRIER, 1973) ; l'utilisation d'une culture d'automne qui n'accroît pas le déficit hydrique pourrait être plus favorable. En effet, sous jachère travaillée, le labour de printemps provoque un dessèchement brutal du sol sur une profondeur de 60 cm. Par ailleurs, les travaux des Opérations Intégrées de Recherche Développement (ITGC, 1980) menés dans le cadre de la coopération algéro-française dans différentes régions céréalières d'Algérie, ont montré que le rôle de conservation de l'eau attribué à la jachère travaillée n'existe véritablement que pour les zones à pluviométrie suffisante et disposant de sols profonds à moyennement profonds. Il n'y a réellement stockage de l'eau (ITGC, 1980) que si : (i) les états structuraux profonds et superficiels dont dépendent l'infiltration et l'évaporation de l'eau sont corrects, et (ii) les dates de création de ces états structuraux coïncident avec les dates de pluies utiles qui réhumectent le profil. En termes plus clairs, la jachère travaillée ne permet un stockage d'eau (à plus de 60 cm) que si les labours de

printemps sont réalisés suffisamment tôt (janvier-février) avant le début de la sécheresse et si, et seulement si, le sol est lourd (argileux) et assez profond ; en outre, le recroisage est indispensable si les pluies sont tardives pour réduire l'effet des adventices et créer un mulch. Or, ces conditions ne sont pas souvent réunies dans les zones céréalières algériennes caractérisées par une pluviométrie faible et irrégulière et surtout par des sols peu profonds. Actuellement, dans les cas où la pratique de la jachère travaillée est réalisée dans un but d'intensification céréalière, compte tenu des moyens matériels réduits au niveau des exploitations des régions semi-arides et des besoins fourragers (pâturage de la jachère) induits par la présence d'un troupeau, le travail du sol est réalisé très tardivement (mars-avril voire mai) et le recroisage est pratiquement inexistant, ce qui réduit toute possibilité d'économie de l'eau.

Enfin, par son faible niveau de restitutions au sol et une forte minéralisation de la matière organique (humidité, température et aération favorables), la jachère travaillée accélère l'érosion des sols tout en entraînant l'exclusion de l'élevage ; elle ne se justifierait donc agronomiquement que dans certaines conditions exceptionnelles (production de semences par exemple ; ABDELGUERFI, 1992). Au contraire, la jachère pâturée a tendance à réduire les risques de lixiviation de l'azote ; le déplacement des animaux permet aussi des transferts d'éléments minéraux et de matière organique entre parcelles, à travers le choix des lieux de stabulation ou de parcage (lieux de déjections) et à travers le devenir de celle-ci (SÉBILLOTTE et al., 1993).

Sources : Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides. K. Abbas1, A. Abdelguerfi2. Fourrages (2005) 184, 533-546. AUTEURS : 1 : INRA Algérie, Unité de Recherche de Sétif, Route des Fermes, 19000 Sétif (Algérie) ; abbaskhal@yahoo.fr 2 : Laboratoire de Ressources Génétiques et de Biotechnologies, INA El Harrach, 16200 Alger (Algérie) ; aabdelguerfi@yahoo.fr

Or, le semis direct **permet d'accélérer la vitesse des chantiers** de semis. Un chantier conventionnel sur 100 hectares conduit de façon optimale demande 63 jours de travail contre 6 jours pour un chantier en semis direct. Certes, tous les chantiers de semis ne comptent pas 3 passages de cover-crop après labour et un roulage après semis. Il existe bien des itinéraires techniques moins sophistiqués. Mais, quelque soit le niveau de sophistication de l'exploitant, le semis direct permet une nette économie en moyen de traction[23].

LE SEMIS DIRECT UN MOYEN POUR ECONOMISER L'EAU DU SOL

Mieux, le semis direct permet également **une meilleure utilisation de l'humidité du sol** par réduction de l'évaporation de l'eau de pluie.

En conduite classique, afin de ne pas être pris de cours, l'agriculteur est parfois amené à travailler le sol dès le mois de septembre, voire dès le printemps lorsqu'il s'agit d'un labour de jachère. Or, cette pratique en sol sec est usante pour le tracteur: la charrue peine à retourner le sol sec et le moteur du tracteur chauffe. Le semis direct permet de ne commencer la campagne de semis qu'au moment optimum: octobre-novembre après de premières pluies ou juste avant. Le semis direct n'entraînant pas de retournement de sol, il y a une meilleure conservation de l'humidité du sol. En effet, des agronomes ont montré qu'**un simple passage de cover-crop provoque une perte de 10 millimètres d'eau** emmagasinée dans le sol.

Les travaux réalisés dans la Mitidja montrent que :

- **fin mai**, les parcelles en semis direct présentent un taux d'humidité de 10,7% contre 9,7% en semis conventionnel
- et **début juin** de 8,4% en semis direct contre seulement 7,1% en semis conventionnel.

Ces différences apparaissent minimes. Cependant, il s'agit là d'un **moment crucial pour le blé**. C'est à ce moment là que les réserves d'amidon accumulées dans les feuilles migrent vers les grains. Cette migration ne peut se faire que si la plante dispose d'assez d'eau. Les agronomes ayant menés les essais expliquent cette meilleure humidité du sol par une réduction de la porosité du sol. Selon O. Zaghouane de l'ITGC, le labour crée des vides (pores) dans le sol, ce qui favorise l'évaporation du sol.

Par ailleurs, en cas de fortes pluies automnales et d'arrêt des semis, un chantier de semis direct peut être ré-ouvert plus rapidement. En effet, **le temps de ressuyage du sol est plus court** puisque le tracteur roule sur un sol non remué; il y a moins de boue.

UNE TECHNIQUE HAUTEMENT RENTABLE

Des essais menés menés de 2006 à 2008 en conditions semi-arides montrent des rendements moyens de 13,2 qx/ha en semis direct contre 10 qx/ha en semis conventionnel. Comme les frais mobilisés pour implanter la culture sont bien moins élevés qu'en semis conventionnel, le semis direct présente donc une nette rentabilité.

La ferme pilote de Sersour au sud de Sétif pratique le semis direct sur de grandes parcelles. L'analyse économique montre des résultats en faveur de cette

23 Le semis direct est à recommander aux unités de motoculture des CCLS. Il leur serait ainsi possible d'emblaver plus de surfaces.

nouvelle technique.

- **En semis conventionnel**, les charges totales sont de 13 400 DA à l'hectare
- contre seulement 9700 DA/ha **en semis direct**.

Ce qui permet un produit de 21 000 DA/ha contre seulement 6900DA/ha en semis conventionnel. Cela est à imputer aux frais de mécanisation qui passent d**e 8700 DA/ha à 4500 DA/ha** suite à la réduction du nombre de passages de tracteur pour travailler le sol. Selon A. Bouguendouz, ingénieur agronome à la ferme de Sersour, la campagne de semailles ne prend plus que moitié du temps par rapport à l'ancienne méthode.

0n peut ainsi comprendre que la technique du semis direct ne soit plus restée cantonnée aux seuls essais et que des agriculteurs l'adoptent. Il faut également noter l'efficace travail de vulgarisation menés par les cadres de l'ITGC. Afin de mieux faire circuler l'information entre universitaires, stations de recherche, et agriculteurs une association « *Trait d'Union pour une agriculture Moderne » a même vu le jour à Sétif. L'ATU se propose de « rapprocher le chercheur du terrain pour mettre à l'épreuve les résultats de sa recherche, en tant que prestataire de services, et aider l'agriculteur, en tant que client de la recherche, à identifier, hiérarchiser et formuler ses problèmes pour les soumettre au chercheur* ».

La technique du semis direct présente l'avantage d'améliorer le revenu des agriculteurs tout en conservant les sols. Cette technique ne se conçoit pas sans désherbage chimique et semoirs adaptés. Après la charrue d'acier qui a remplacé l'araire en bois dans les années 1800, le semoir en semis direct pourrait bien à terme totalement la remplacer. A ce titre, le semis direct constitue une véritable révolution technique

1Il existe des semoirs syriens construits avec l'aide d'experts internationaux. De son côté le Maroc a débuté la production de prototypes. Enfin, l'ex-Cemagref propose avec l'Afdi un prototype de semoirs ne nécessitant que peu de force de traction. Le prix de ces modèles est bien inférieur aux semoirs européens.

DANS LE SUD DE LA FRANCE, UN SOL COUVERT EN PERMANENCE

Pour utiliser moins d'intrants et améliorer la fertilité du sol et ses rendements,
Daniel Brémond est passé à l'agriculture de conservation en 2010.

Florence Mélix 2012

«Une plante vivante fait vivre le sol ». Tel est le credo de Daniel Brémond, agriculteur à Oraison, dans les Alpes-de-Haute-Provence. « Le couvert permanent pousse en même temps que la culture principale, mais sans la gêner, au contraire. Le couvert apporte de l'azote à la culture et limite le développement des adventices.» Après être passé du labour aux techniques culturales simplifiées en 1995 et avoir intégré des cultures intermédiaires (Cipan) au début des années 2000, Daniel Brémond a franchi un pas de plus en 2010. Il s'est lancé dans le semis direct sous couvert végétal.

«*Mes rendements n'évoluaient plus,voire diminuaient, la fertilité de mes sols se dégradait et mes terres étaient battantes, témoigne-t-il. En parallèle, le prix des intrants ne cessait d'augmenter et puis 70% de l'exploitation a été intégrée au périmètre de protection d'un captage Grenelle voisin. Les Cipan n'étaient qu'une solution transitoire, d'autant que la moutarde, le radis et la phacélie poussaient mal sous nos températures. Il fallait également trop d'irrigation. Je devais trouver une solution pour ne pas subir de futures obligations de couverture du sol, mais les transformer en opportunité*.»

Il a fallu plusieurs années à Daniel Brémond pour tester des couverts, choisir une rotation, trouver des variétés adaptées à l'agriculture de conservation (lire l'encadré). «*J'ai essayé de produire du maïs sur maïs, indique l'agriculteur, mais les couverts en interculture ne poussaient pas bien à cause du froid. J'ai aussi testé du blé sur blé et du maïs après blé, mais finalement, après un voyage au Brésil, la rencontre avec Lucien Séguy, chercheur au Cirad, et des échanges avec d'autres agriculteurs, je vise finalement, dans les parcelles irriguées, une rotation sur deux ans avec trois cultures principales: maïs-blé dur- soja dérobé + sainfoin puis, en interculture, un mélange de féverole, pois fourrager et ers (lire ci-dessus). Le sol est ainsi couvert en permanence. Pour casser cette rotation et perturber le cycle des adventices, je pense intégrer, une rotation sur deux ou trois, du colza en mélange avec des légumineuses (gesse, ers, trèfle incarnat, féverole ou lentille) avant le soja en dérobé.*» «*Pour les parcelles en sec, soit 10 % de l'exploitation, j'introduis après le blé dur, à la place du soja et du maïs, du tournesol, ou du colza en mélange avec du tournesol ou des légumineuses, poursuit-il. Je sème aussi du sainfoin sous couvert dans le blé en février, qui se développera après la moisson avec les pluies d'automne. Je peux ensuite semer à nouveau un blé dur dans le sainfoin sans le détruire*.»

Une rotation sur deux ou trois, Daniel Brémond pense intégrer un mélange colza-légumineuses avant le soja pour perturber le cycle des adventices.

Récolte soja et semis de féverole, pois fourrager et ers en mélange sur le sainfoin en interculture. Les légumineuses restent alors dans le maïs et dans le blé dur qui suit. Un herbicide au quart de la dose permet d'éliminer les adventices et de calmer le sainfoin pour qu'il ne concurrence pas la culture principale.

«Les adventices, mes alliées»

L'alternance entre cultures d'été et d'automne et entre famille d'espèces permet de gérer les adventices. «*J'utilise de faibles doses d'herbicides, précise Daniel. Alors, bien sûr, les parcelles ne sont pas impeccables, mais les mauvaises herbes sont mes alliées en participant au couvert permanent. La démarche est totalement différente du conventionnel: je ne fais plus de désherbage systématique.*

Variétés : bonne vigueur au démarrage requise

Avec Arvalis, Daniel Brémond réalise sur son exploitation des essais de variétés en maïs et en blé dur. «*Je me suis vite aperçu à mes dépens que certaines variétés n'étaient pas adaptées au semis direct sur mes sols. Avec le même itinéraire technique, la variété de blé dur Pharaon, par exemple, a produit le double de rendement que Sculptur. En maïs, certaines variétés sont moins vigoureuses à la levée. Avec ce printemps particulièrement pluvieux et froid, nous avons bien vu les différences. Pour favoriser la levée, je sème plus tôt, à la fin mars, en conditions sèches, pour profiter de la pluie qui suit souvent à cette période-là. Je choisis aussi des variétés à port dressé afin que la plante puisse bien prendre la lumière pour passer au-dessus du couvert.* » Des tests de densité en maïs et sainfoin sont aussi réalisés pour augmenter le rendement

Je ne fais que du rattrapage, à vue, ce qui demande une observation accrue des adventices pour désherber au stade jeune.»
«*Je profite de la rosée tôt le matin pour une efficacité maximale et traite à demi-dose en bas volume. Si cela ne suffit pas, je repasse avec un tiers ou une demi-dose quelques jours après, précise-t-il. Je gère ainsi les adventices en décalé d'une saison. Les folles avoines et le ray-grass du blé sont maîtrisés dans le soja, le maïs et l'interculture. Dans le maïs, je gère les dicotylédones qui posent problème au soja et je passe aussi une demi-dose d'anti-graminées si besoin. Avant le semis de maïs, je passe avec 1l/ha de glyphosate pour gérer les graminées. Pour coincer les dicots sur blé dur, je passe aussi en demi-dose à l'automne et au printemps.*»

Mais avant de maîtriser la technique, l'agriculteur a eu deux années de moins bons résultats. Il lui a fallu ténacité et patience pour trouver le système adapté à l'exploitation. «*Maintenant que je suis passé au semis direct sous couvert, je ne pourrais pas revenir en arrière, estime-t-il. J'utilise moins de phytos, moins de fioul, je maîtrise mieux les adventices et j'ai de meilleurs rendements, surtout dans les mauvaises terres. La vie du sol s'est aussi nettement améliorée: il y a davantage de vers de terre, de matière organique, le sol est plus friable, plus structuré, sans semelle de labour, avec moins de battance, d'où un meilleur enracinement et une meilleure réserve utile. Le maïs et le blé apportent un paillage et du carbone, les légumineuses piègent l'azote, tout s'équilibre.*»
«*En maïs, j'ai remplacé la fertilisation chimique P et K par des engrais organiques à base de guano et de fientes de poules en localisé au semis, pour donner plus de vigueur au démarrage,* remarque Daniel. *Je teste aussi des mycorhizes pour stimuler l'enracinement.*» A la moisson, **tous les résidus sont laissés au sol**. «*A l'avenir, je souhaite produire autant, voire plus, avec de moins en moins de chimie, voire plus du tout, sur des sols vivants et équilibrés, afin de respecter l'environnement et de manger plus sain* », envisage-t-il.

Sources : Florence Mélix. La France Agricole. 6 juillet 2012.

« Je nourris le sol pour qu'il nourrisse la plante »

«Le sainfoin, adapté aux sols argilo-calcaires de la Provence, stocke l'azote en excédent et le relargue pour le maïs », explique Daniel Brémond. Plus tard, le sainfoin s'affaissera pour faire un paillage avant de repousser dans le blé dur suivant.

Avant de parvenir totalement à la rotation maïs-blé dur-soja, du soja a cette année été semé après maïs.

Points Faibles

-Problème de jno, les pucerons se cachant dans les couverts.
-Problème de limaces, le temps que les carabes se développent, et de campagnols.
-Trouver des variétés adaptées

Points forts

+ moins d'intrants, de fioul, de temps de travail (mais plus d'observations), de matériel.
+ ouverture vers de nouvelles personnes et techniques.
+Adapter l'itinéraire tous les ans.

ALGERIE, NOURRIR LA TERRE POUR NOURRIR LES HOMMES

Djamel BELAID. 4 novembre 2013. Réactualis le 16.08.2015

Il existe de nombreuses vidéos sur you tube montrant des semis sur couvert. C'est le cas de certaines d'entre elles prises en France et monrant un semis de blé sur du radis. Comme toutes les crucifères, le radis a de petites graines qui germent à la moindre humidité du sol. L'idée serait d'obtenir en Algérie, des couverts de radis avant semis du blé. Certes, ces couverts ne seraient pas aussi fournis que celui sur la viédo. Parfois, ils ne lèveraient pas du tout à cause du retard des pluies. Mais, en matière de semis sous couvert (SCV) comme le dit Lucien Séguy, il faut être opportuniste et être prêt à semer dès qu'il a plu. Le semis direct permet de telles opportunités.

Le développement de l'irrigation d'appoint sur céréales peut également aider à l'implantation de tels couverts. Mais pourquoi les détruire en faisant passer le semoir dedans comme sur la vidéo? Une telle masse végétale aurait pu servir de fourrages pour des moutons.

En fait, ce couvert a pour but de nourrir le sol. Il apporte au sol de la matière organique et vient renforcer une activité biologique du sol dont celles des vers de terre, véritables laboureurs du sol.

Il s'agit là de l'abandon d'un paradigme: enfouir au sol de la biomasse dans un pays qui présente un déficit de 4 milliards d'Unités Fourragères au lieu de le réserver aux animaux. Mais ce n'est que reculer afin de mieux sauter. Seul un sol riche est en mesure de produire plus de fourrages.

LE SEMIS DIRECT POUR EMMAGASINER PLUS D'EAU

En évitant de retourner le sol, le SD permet une meilleure porosité permanente du sol et une meilleure infiltration des eaux de pluies et donc moins de ruissellement.

Cet effet maintes fois observé en divers lieux peut demander plusieurs campagnes agricoles avant d'être bien marqué.

Sous SD, la matière organique du sol est préservée et les vers de terre se développent. Leurs galeries constituent autant de voies de circulation de l'eau dans le sol. Pour amplifier le phénomène un couvert est l'agent idéal.

Outre l'apport de matière organique, les couverts végétaux apportent des éléments minéraux. Par ailleurs, le CV peut permettre de lutter contre les mauvaises herbes. Bien mené, il permet d'étouffer les mauvaises herbes. Mais il faut pour cela choisir la bonne espèce ou le bon mélange d'espèces.

Le SCV permet non seulement d'améliorer la fertilité du sol mais aussi de réduire les intrants agricoles.

INSTALLER UN COUVERT VEGETAL A L'AUTOMNE

Installer une culture très tôt en automne est une méthode que pratiquent certains éleveurs. Ils utilisent pour cela l'orge. En cas d'orage de fin d'été ou début automne, l'orge lève rapidement et constitue un complément fourragers en vert: « el gssil ». Ces éleveurs installent ce type de couverts avec les moyens dont ils disposent : cover-crop et semoirs en ligne ou à la volée. Les résultats seraient bien meilleurs avec un semir pour semis direct du fait d'une meilleure conservation de l'humidité du sol ou du fait de la possibilité de semer immédiatement après un orage de fin d'été.

Il serait donc intéressant de rechercher des espèces pouvant s'installer rapidement après une pluie de début automne suite à un semis de qualité avec roulage. Les espèces de légumineuse ont de petites graines et ont la particularité de lever rapidement.

Il y a là tout un axe de travail dont doit se charger l'ITGC, la recherche universitaire, mais aussi les Chambres d'Agriculture. Quant aux paysans dynamiques, à eux dès maintenant de procéder à des essais, surtout lorsqu'ils disposent de semoirs pour semis direct.

ASSURANCES AGRICOLES : NOUVEAU CHALLENGE POUR BENHABILES CHERIF, DG CNMA.

Djamel BELAID 5.06.15

Dans son « Message du Directeur Général » Mr BENHABILES Cherif écrit sur le site de na CNMA: « *la CNMA*

est un composant important de la gestion des risques dans l'agriculture, mais ne remplace pas les bonnes techniques de gestion des risques, les méthodes de production saines et l'investissement en technologie de pointe (...). La Protection du Revenu Agricole contre les risques climatiques s'affirme comme un élément à part entière de la Politique Agricole. Elle requiert donc un engagement clair de la profession et des pouvoirs publics ».

De cette citation soulignons la volonté de réduire le risque climatique de l'agriculteur : « **l'investissement en technologie de pointe** ». Nous souhaiterions apporter à sa connaissance les avancées agronomique en la matière. En grandes cultures, le non-labour avec semis-direct (SD) permet d'obtenir, même en année sèche, 10 qx/ha et la paille qui va avec contre 2 qx/ha dans le cas du labour.

Ces résultats et observations sont le fruit de la recherche d'universitaires algériens, des instituts techniques (ITGC) et d'agriculteurs pionniers à Sétif et Constantine. En Algérie, comme au Maroc ou en Tunisie, de grosses exploitations privées ou d'Etat commencent à se convertir à cette pratique. En plus, malgré le coût élevé du semoir pour SD, l'engin est **amorti la première campagne agricole** dès les premiers 500 ha emblavés. L'explication vient de la réduction des coûts de mécanisation et de main d'oeuvre. En effet, labourer est une opération longue et coûteuse en carburant et en main d'oeuvre. Les opérations de préparation de lit de semences sont également longues. Souvent les semis sont alors tardifs. Avec le SD, ces inconvénients disparaissent.

On peut en effet lire dans la SYNTHESE DES ACQUIS DU PROJET (2010 – 2013) relatif à la « Conservation des Sols et Sécurité Alimentaire : une préoccupation commune pour les agricultures paysannes du Mali et du Maroc »: « *En effet, 20 ha de semis précoces « dans le sec » ont été possibles dès la mi-octobre 2012 grâce au semis direct (SD). Les fortes pluies qui ont suivi ont retardé les semis conventionnels jusqu'en décembre. Lors de la récolte en juin 2013, les parcelles en SD précoces ont obtenu des rendements moyens de 40 qtx/ha, soit 3 fois supérieurs à ceux du conventionnel tardif (15 qtx/ha). Ceci démontre la souplesse d'utilisation du SD et sa capacité à s'adapter aux conditions climatiques de l'année* ».

STABILISATION DES MARGES BENEFICIAIRES A LA HAUSSE

Rachid MRABET, spécialiste de la question au centre d'arido-culture de Settat (Maroc), montre dans une étude pluriannuelle qu'avec le SD les marges bénéficiaires à l'hectare sont stabilisées à la hausse.

Sur 4 années 1997 à 2000) ce chercheur note en

- le niveau des marges brutes avec SD: + 7 000, + 7550, + 2150 et +2950 Dirhams Marocains /ha.
- Alors que pour les mêmes années, en conduite conventionnelles, les marges sont les suivantes: + 3750, + 1200, **- 1700**, **+ 550** DM/ha. Comme chacun l'aura deviné, les campagnes agricoles 1999-2000 et 2000-2001 correspondent à des **années sèches**.
- Or, en SD l'agriculteur arrive toujours à récupérer « ras al mel », c'est à dire ce qu'appellent les économistes la « valeur de reproduction du capital ».

Vue l'importance de ce document, signalons que cette publication est disponible à l'adresse: http://www.uneca-an.org/francais/un/PUBLICATIONS%20DU %20CENTRE/LE%20SEMI%20DIRECT %20POTENTIEL%20ET%20LIMITES%20POUR %20UNE%20A.PDF

Comme l'écrivent dès 1991 Bedrani S., Campagne P. dans un article: « Choix technologiques, risques et sécurité dans les agricultures méditerranéennes » dans les cahiers du CIHEAM de Montpellier: « *Les risques portent sur le volume et la valeur de la production et donc sur la capacité de la production En effet, la survie de l'exploitation, repose on le sait, sur l'équation fondamentale suivante: valeur de la production (de l'année 0) > ou = à valeur de la reproduction de la force de travail + valeur de la reproduction du capital et des consommations intermédiaires + valeur des prélèvements divers (de l'année l)* ».

UNE NOUVELLE APPROCHE POUR CNMA ET BADR

Ainsi, donc il apparaît qu'il existe une nouvelle approche des grandes cultures (blé, légumes secs, fourrages) en zone semi-aride. Celle-ci permet de réduire l'incertitude climatique et donc l'incertitude de revenu. La CNMA mais aussi la BADR doivent se saisirent de ces données afin de réduire les cotisations des exploitations en semi-direct ou l'évaluation du risque de non-remboursement des prêts de campagne. Les revenus de ces exploitations ne peuvent qu'augmenter. Rappelons les avantages:

- réduction de l'effet de la sécheresse sur le rendement,
- réduction des coûts de mécanisation,

- réduction des coûts de main d'oeuvre,
- vitesse accrue d'implantation des cultures (avec amélioration du rendement du fait d'une date de semis optimale, réduction de la jachère et possibilité d'améliorer son revenu en semant les champs du voisin).

La balle est donc dans le camp de Mr Chérif BENHABILES. En ces de temps de réduction de la rente gazière, le dossier « semis-direct » s'avère capital pour notre agriculture.

TECHNIQUES SANS LABOUR: UN ENJEU ECONOMIQUE QUE NUL NE PEUT IGNORER.
PERSPECTIVES AGRICOLES MARS 2004

Les techniques sans labour ne permettent pas toujours de réduire les coûts d'implantation. Ce ne sera le cas qu'en cas de réduction significative de l'investissement en matériel et/ou du temps de travail. L'organisation du travail est par contre systématiquement facilitée.

Le coût de production du blé est composé à **45 % en moyenne par les frais de mécanisation** et de main-d'oeuvre. A l'heure où l'évolution de la Politique Agricole Commune impose une optimisation des charges, la mécanisation et la valorisation de la main-d'oeuvre offrent de réelles marges de manoeuvre pour maintenir le revenu. A titre d'exemple, les charges de mécanisation représentent en moyenne pour la culture de blé environ 400 euros par hectare, ce qui montre qu'une baisse de ces charges peut avoir un réel impact sur le revenu.

La traction coûte cher

Afin de limiter les frais de mécanisation, deux pistes méritent d'être étudiées de près :

- **l'amortissement du matériel** sur des surfaces plus importantes, par exemple en le partageant,
- et **la simplification** du travail du sol.

Les techniques sans labour méritent d'être explorées de près. En effet, **la traction représente une forte proportion** des charges de mécanisation. Supprimer certaines opérations de travail du sol est donc le meilleur moyen d'économiser des coûts de traction. L'impact économique des techniques sans labour est cependant **complexe à appréhender**.

En effet, les charges de mécanisation sont déterminées autant par le capital investi dans le matériel (dépréciation du matériel par vieillissement) que par le temps de travail (usure des outils). Réduire uniquement ce dernier facteur n'est pas forcement suffisant. Dans les exemples présentés ci-contre, nous avons calculé les coûts d'implantation de différents chantiers de semis.

Ils sont constitués des coûts :

- de **mécanisation**,
- des **herbicides non sélectifs** (type glyphosate)
- et **du coût de la main-d'oeuvre** (sur une base de 10 €/h).

Le matériel est utilisé sur une surface de 200 ha. La rotation retenue est colza blé-orge de printemps. Les coûts présentés sont la moyenne des coûts obtenus sur l'ensemble de la rotation (€/ha/an). Dans les résultats présentés, nous n'avons pas tenu compte des autres facteurs à prendre en compte dans le choix d'itinéraires : comportement du sol (cailloux, battance, érosion), coût de désherbage dans les cultures, mycotoxines, possibilités d'implantations en conditions humides… Ces éléments sont à prendre au cas par cas car ils ne sont jamais généralisables à tous les sols et toutes les rotations.

Veiller au nombre de tracteurs

Huit chantiers d'implantation, liés chacun à un parc matériel, ont fait l'objet d'une estimation de leur coût (voir tableau). Plusieurs enseignements peuvent en être tirés.

Nous avons fait varier le nombre de tracteurs, selon les scénarii. La raison en est qu'il est possible, lorsqu'on arrête de labourer, d'organiser différemment son travail car les périodes de travail du sol sont décalées. Cela a déjà permis à nombre d'agriculteurs de réduire leur parc matériel de un tracteur. Dans les scénarii en non labour avec du matériel classique et décompactage, des calculs ont été faits avec 2 et 3 tracteurs. L'écart entre les 2 situations est chiffrés à environ 35 €/ha. Nous pouvons constater, en comparant les scénarii en labour, labour partiel et non labour avec matériel classique que les coûts d'implantation sont peu modifiés.

En effet, le coût du parc matériel n'a pas vraiment évolué. Les semoirs traditionnels n'étant pas aptes à semer dans de grosses quantités de débris végétaux, ils ne permettent pas de forte réduction des temps de travaux à l'échelle de la rotation. Par contre, les temps

de travaux sont décalés, ce qui facilite l'organisation du travail en limitant les pointes de travail lors des semis (labour, puis préparation-semis dans la foulée). Le gain est d'autant plus appréciable que l'exploitant travaille seul.

Diminuer le capital investi

En situation de non labour avec 2 tracteurs, des scénarii avec différents degrés de simplification sont analysés. Une simplification croissante du travail du sol **permet de réduire très fortement les temps de travaux.** Le semis direct permet de **les réduire par 3** !

Le matériel spécialisé, même en maintenant le déchaumage, permet lui aussi d'économiser du temps car il s'adapte à des préparations plus sommaires que le matériel conventionnel. Nous pourrons d'ailleurs noter qu'investir dans du matériel spécialisé permet d'économiser de l'argent ! En effet, cet investissement permet de moins solliciter les tracteurs. La surface de 200 ha permet de bien amortir le matériel spécialisé. La technique du semis direct est très performante s**ur le plan des coûts d'implantation**. Cette technique n'est cependant pas à mettre entre toutes les mains. Elle s'avère très délicate à réussir. La gestion de la protection des cultures ne peut plus passer par le travail du sol, que ce soit du labour ou du déchaumage. Les exigences de ce mode d'implantation sont très fortes **vis-à-vis des rotations** car c'est un des piliers de la lutte agronomique, notamment **dans la maîtrise du désherbage.**

Les nouveaux outils d'implantation qui couplent **un outil de déchaumage et un caisson de semoir méritent une mention spéciale**. En effet, leur coût les rend très attractifs. Leur aptitude à passer dans les débris végétaux permet également une vraie simplification du travail du sol. **Le maintien d'un travail superficiel du sol rend la maîtrise du système de culture moins complexe que le vrai semis direct.**

La technique de semis à la volée combiné à un passage de déchaumeur est testée sur notre station de Boigneville depuis déjà 2 ans. Les résultats sont très positifs sur céréales d'automne. Pour les cultures de printemps comme l'orge, les résultats sont encourageants.

Les combinés de déchaumage-semis sont incontestablement des outils à suivre car ils rendent accessibles le non labour à des exploitations qui n'ont pas de surfaces suffisantes pour amortir un déchaumeur ainsi qu'un semoir spécial. Les résultats présentés dans cet exemple ne peuvent pas être généralisés à toutes les situations. En effet, en fonction de la surface de l'exploitation et des itinéraires adaptés au sol et aux cultures, les écarts de marge entre labour et non labour ne vont pas toujours dans le même sens.

Selon les cas, la réduction du temps de travail est plus ou moins forte. De même, l'évolution du coût du matériel peut être très variable, selon le matériel retenu et les surfaces d'utilisation. Nous pourrons par contre retenir qu'il y a un réel gain économique si le parc matériel est rationalisé pour économiser 500 euros/ha de matériel, valeur à neuf ou si le temps de travail est réduit de 1 h/ha. La simplification du travail du sol peut permettre d'atteindre ces objectifs, mais pas systématiquement.

Sources : PERSPECTIVES AGRICOLES • N°299 • MARS 2004

BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES DU SEMIS DIRECT (MAROC)

Rachid MRABET 2001 mrabet_rachid@hotmail.com

Le volet économique des techniques de semis direct est un autre facteur important à prendre en compte. Jusqu'à maintenant, la recherche au Maroc a étudié les conséquences essentiellement agronomiques du semis direct. Peu d'études globales faisant appel à des critères socio-économiques ont été entreprises. Cette carence peut expliquer qu'au Maroc et donc en Afrique du Nord cette pratique n'existe actuellement qu'au stade expérimental. Par ailleurs, une analyse économique au niveau des exploitations agricoles s'impose pour évaluer la rentabilité du semis direct par rapport aux systèmes conventionnels sur une ou plusieurs années et les difficultés financières et d'investissement rencontrées par l'agriculteur pour passer d'un système conventionnel au système de semis direct.

En agriculture conventionnelle, les interventions de travail du sol demandent des intrants considérablement plus élevés en investissements, entretien, énergie fossiles et en temps de travail comparé à l'agriculture de conservation particulièrement en semis direct et non labour (Bourarach, 1989; Dycker et Bourarach, 1992). Toutefois, généralement, ni l'énergie et ni le temps ne sont disponibles pour mener à bien les importantes opérations de travail du sol nécessaires. Le semis direct ou non labour ne demande qu'un passage pour le semis comparé à une ou plusieurs façons culturales en plus du semis en méthode traditionnelle. Les avantages du changement au semis direct font plus

que compenser le supplément de coût de la protection des cultures.

Ces avantages sont:

- une augmentation de la surface exploitée,
- une suppression des coûts des labours et des façons superficielles,
- et une économie du temps du carburant, de la main d'oeuvre et des charges d'équipements.

Les systèmes en semis direct, consomment beaucoup moins de main d'oeuvre que les systèmes avec labour. En d'autres termes, le semis direct offre donc une très forte économie de main d'oeuvre par rapport au labour, justement sur les opérations les plus pénibles du calendrier cultural, à savoir, les travaux du sol. Ainsi, les coûts de production sont systématiquement plus faibles avec semis direct, grâce à la très forte réduction de main d'oeuvre qu'avec labour. Ces économies compensent normalement le coût supplémentaire des méthodes de conservation (application d'herbicides et matériel de semis direct).

Le semis direct permet, en plus d'une production de bonne qualité due à des conditions favorables au moment du remplissage des grains de céréales, une réduction de l'investissement et donc une plus grande efficience d'utilisation des intrants (semences sélectionnées, pesticides, engrais). Dans la plupart des situations, le semis direct :

- réduit les temps de travaux et leur pénibilité
- et entraîne une nouvelle répartition du travail au cours du temps qui écrête les pointes de travail.
- D'autres retombées positives découlent de l'économie du temps, notamment la possibilité de choix d'une humidité optimale et donc meilleure qualité du lit de semences et coût de production plus faible.

Dans un essai de long-terme sur l'influence des séquences de travail du sol sur les paramètres techniques, Dycker et Bourarach (1992) ont montré que dans un sol limono-sableux,

- l'installation d'une céréale d'automne en semis direct requiert 3.2 litres ha-1,
- alors que les trains techniques utilisant le chisel suivi d'une herse combinée, le pulvériseur à disque lourd et le cultivateur rotatif consomment respectivement 20.3, 17.6 et 19.9 litres ha-1.

D'après des analyses économiques sommaires effectuées dans une exploitation agricole (cf. Tableau 7), la rentabilité économique explique l'engouement de l'agriculteur. Les produits sont supérieurs en semis direct sur mulch de blé (rendements plus élevés), d'où une marge bénéficiaire bien supérieure (Tableau 10). Sur quatre ans, l'agriculteur **a gagné en moyenne 4912 dirhams** par hectare en pratiquant le semis direct, par contre **le gain n'était que de 950 dirhams** par hectare avec le labour.

Tableau 10: Rendement du blé (grain Rg et paille Rp, qx/ha), charges Ch (Dh/ha) et marges bénéficiaires brutes Mb (Dh/ha) en fonction du type de travail du sol pour un agriculteur de la Chaouia (Données non publiées).

Année	Semis direct				Travail conventionnel			
	Rg	Rp	Ch	Mb	Rg	Rp	Ch	Mb
1997-98	30	17	1600	7000	19	13	1900	3750
1998-99	33	14	1600	7550	10	09	1900	1200
1999-00	12	08	1600	2150	00	00	1700	-1700
2000-01	14	11	1600	2950	08	05	1900	550
Moyenne	22	13	1600	4912	09	07	1850	950

Dh = dirhams marocains

Sources : NATIONS UNIES COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE
Centre de développement sous-régional pour l'Afrique du Nord (CDSR)
LE SEMIS DIRECT : POTENTIEL ET LIMITES POUR UNE AGRICULTURE DURABLE EN AFRIQUE DU NORD
Tanger (Maroc) CEA/TNG/CDSR/AGR Décembre 2001

ALGERIE, SEMIS DIRECT COMPTER AVEC LES COMPENSATIONS CARBONE?

D.BELAID 15.07.14

L'Algérie devra tôt ou tard prendre des mesures pour lutter contre le réchauffement climatique. Dans ce cadre là il s'agira de réduire les émissions de carbone ou de procéder à des « compensations carbone ». Le secteur agricole pourrait y contribuer. Les agriculteurs ont là une carte à jouer et même être rémunérés en devises.

ALGERIE, DES REJETS CONSIDERABLES DE CARBONE

L'activité économique en Algérie, comme ailleurs, rejette beaucoup de CO2. Le secteur pétrolier est parmi les industries les plus concernées. Des complexes sidérurgiques tels celui d'El Hadjar ou d'engrais comme à Annaba sont fort consommateurs d'énergie et de rejets de gaz à effets de serre (GES). Il faut également compter avec l'agriculture, le transport,

la production d'électricité ou le chauffage urbain.

Le total précis de ces émissions de GES reste à établir. Elles ne sont pas négligeables dans un pays émergent tel l'Algérie. Or tôt ou tard, des mesures visant à les réduire seront à prendre. L'Algérie est signataire de différentes conventions qui l'engage. Le couperet tombera tôt ou tard.

L'AGRICULTURE UN SECTEUR GROS PRODUCTEUR DE GES

Les émissions de GES par l'agriculture ne sont pas négligeables. Il faut compter avec différents facteurs. Le premier concerne la traction agricole pour les opérations de labour, semis, épandage d'engrais et de pesticides, récolte. Il faut également tenir compte du transport des produits (intrans et récoltes). La production d'engrais azotés et phosphatés consomment également de l'énergie. Fabriquer ces engrais azotés nécessitent des pressions et des températures considérables. Une fois épandus sur le sol, les engrais azotés peuvent relâcher dans l'atmosphère des GES. L'élevage en produit également. La digestion des ruminants produit du méthane sont l'effet de serre est 20 fois supérieur à celui du CO2.

« QUAND LE DIABLE SE CACHE DANS LES DETAILS »

Il est un domaine agricole fort pourvoyeur de GES et totalement ignoré du grand public. Il s'agit des sols agricoles. Pour juger de l'importance du phénomène, il faut avoir en tête qu'auparavant la majorité des sols étaient couverts de forêts, maquis denses ou végétation arbustive clairsemée. Or l'agriculture a progressivement entrainé le déboisement de ces sols. Le taux de matière organique du sol (MOS) est ainsi passé de plusieurs dizaines de % à quelques %. En zone semi-aride, ce taux est même de 1%. Cette diminution est amplifiée par la généralisation du labour. C'est donc des quatités phénoménales de carbone qui auparavant associées aux solos sont ainsi passés dans l'atmosphère. Certes, il ne s'agit pas de retourner à un « âge d'or » et de penser à reboiser tous les sols agricoles, mais de concilier pratiques agricoles et séquestration du carbone dans le sol. Il y a là un défi: adopter des pratiques adaptées qui permettent la séquestration du carbone du sol.

LE SEMIS DIRECT, UN MOYEN DE SEQUESTRATION DU CARBONE

Or de telles pratiques existent. Il est en effet possible de cultiver un sol tout en favorisant la séquestration du carbone dans le sol. Cette solution s'appelle non-labours avec semis direct. Rachid Mrabet, expert marocain mondialement reconnu l'affirme, après plusieurs années de semis direct, ce sont des quantités considérables de carbone qui sont retenues dans le sol.

L'explication vient du fait que contrairement à la charrue, le semis direct ne remue pas le sol. La MOS est alors moins dégradée car les bactéries minéralisatrices sont moins oxygénées. Les vers de terre se chargent de remanier le sol sans que la MO des racines ne soit totalement dégradée.

COMPENSATIONS CARBONE, ASPECTS JURIDIQUES

A l'étranger, certaines entreprises, associations ou personnalités1 achètent des compensations carbone. Cela prend la forme de financements d'opérations de reboisement en Amérique Latine ou au Sahel. Le semis direct permettant la séquestration du carbone, il entre donc dans la catégorie des produits « compensation carbone ». Les pouvoirs publics peuvent donc intégrer et encourager cette pratique dans la comptabilité des obligations auxquelles ils seront astreint dans le futur du fait des conventions internationales signées.

Il y a un autre point à considérer au vu de ce que propose la société Bionoor. Cette société d'exportation de dattes vend en France des compensations carbone. Les particuliers et sociétés peuvent ainsi verser à Bionoor 24 euros pour chaque arbre planté dans le Sud Algérien. Quid des céréalier passant du labour au semis direct? Pourraient-ils à l'avenir se faire subventionner par des mécènes étrangers recherchant des compensations carbone? La question est posée.

1Nicolas Hulot, Pierre Arthus Bertrand.

EFFET DE SERRE : MAROC, VERS -13% DE CO2

Djamel BELAID 2.06.16

"Le Maroc a annoncé aujourd'hui une réduction d'au moins 13% de ses émissions prévues de gaz à effet de serre à l'horizon 2030, dans le cadre des contributions visant à préparer le sommet sur le climat en décembre à Paris (COP-21).

Cet engagement, le deuxième seulement d'un pays africain après le Gabon, intervient alors que des négociations préparatoires à la COP-21 sont en cours à Bonn (Allemagne).

L'effort financier, "de 10 milliards de dollars", sera

pris en charge par le royaume, a indiqué la ministre déléguée à l'Environnement, Hakima El Haite. Elle a ajouté que Rabat était prêt à une "réduction additionnelle de 19%", d'un coût évalué à 35 milliards de dollars, à la faveur d'un "appui international", ce qui aboutirait à un effort de réduction de 32% au total à l'horizon 2030". (...). Source: Le Figaro 2.06.15

Rappelons qu'en Algérie le secteur agricole contribue à la réduction des GES par la plantation d'arbres et le non-labour avec semis direct.

Chapitre 2.1

INTERETS AGRONOMIQUES 43

LE SEMIS DIRECT : POTENTIEL ET LIMITES POUR UNE AGRICULTURE DURABLE EN AFRIQUE DU NORD - SOIL FACTORS AND EARTHWORMS IN EASTERN ALGERIA - Soil compaction in cropping systems - Soil organic carbon fractions under conventional and no-till management in a long-term study in southern Spain

LE SEMIS DIRECT : POTENTIEL ET LIMITES POUR UNE AGRICULTURE DURABLE EN AFRIQUE DU NORD 1

1 Cette publication a été préparée sur la base des travaux de Dr. Rachid Mrabet, Maître de Recherche à l 'Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Aridoculture, BP 589 Settat 26000, Maroc. Tél : 212 (0) 61 43 07 68, Fax : 212 (0) 23 40 32 09, Email : mrabet_rachid@hotmail.com

TABLE DES MATIERES

Introduction 1
Agriculture durable : une obligation pour les pays de l'Afrique du Nord 2
Définition et principes de base du semis direct 4
- Contrôle des adventices sous semis direct 5
- Equipement du semis direct et gestion des résidus 5
- Conduite des cultures sous semis direct 6
Evolution du semis direct à l'échelle mondiale 6
Développement technologique en semis direct 9
Expérience de la pratique du semis direct au Maroc : de la recherche au transfert de technologie. 12
Potentialités agronomiques du semis direct 13
Retributions environnementales du semi direct 17
Bénéfices socio-économiques du semis direct 20
Les limites de la technique du semis direct 21
Perspectives d'application du semis direct dans le contexte de l'Afrique du nord 24
Conclusions et synthèse générale 27
Références bibliographiques 29

INTRODUCTION

Cet article a été préparé conformément au programme de travail du Centre de développement sous-régional pour l'Afrique du Nord de la Commission économique des Nations pour l'Afrique (CDSR-AN/CEA) pour la période biennale 2000-2001, qui prévoit notamment la préparation d'une publication technique sur le thème du développement durable.

Il s'inscrit dans le cadre du mandat du Centre qui consiste entre autres à identifier des meilleures pratiques ou approches et des idées en matière de développement durable provenant de sa propre expérience et de celle des autres et à les propager afin que les Etats membres en prennent avantage là où il y a lieu. L'objectif de cet article est de discuter les apports du système de semis direct dans la protection de l'environnement et la production agricole pour une fixation d'un développement rural durable en Afrique du Nord. Il présente ce système comme une révolution technique, socio-culturelle et écologique. C'est une révolution technique parce que le semis direct envisage l'élimination des labours et des autres préparations mécaniques des sols et préconise le maintien d'une couverture de résidus en surface. C'est une révolution socio-culturelle basée sur la renonce par les agriculteurs et les producteurs des pratiques anciennes ancrées dans leurs esprits et l'abandon d'outils souvent des signes de fierté. C'est une révolution écologique qui permet de réduire les pertes de sols, de sédiments, d'eau, des éléments nutritifs et des effets de serre (figure1).

En Afrique du Nord, la ressource en eau constitue le facteur majeur limitant les développements agricole, économique et social. En effet, l'environnement physique dans cette région est caractérisé par une pluviométrie faible, aléatoire et agressive, mais aussi des sols généralement peu productifs et une couverture végétale très éparse. La forte croissance démographique et les insuffisances techniques, économiques et foncières obligent les agriculteurs à exploiter au maximum le disponible végétal. Cette pression sur la terre s'est traduite par le recours de plus en plus à la culture continue, l'utilisation des terres marginales et le surpâturage des parcours. **Il en résulte une exploitation minière du milieu** caractérisé par une diminution de la productivité et une dégradation des

ressources naturelles (sol, eau et végétation). En effet, l'érosion des sols constitue un aspect majeur de la dégradation des paysages dans les environnements nord-africains (Griesbach, 1983 ; Merzouk, 1985 ; Halitim, 1988; Karmouni, 1988).
En Afrique du Nord, les sols sont extrêmement variés du fait de la diversité des substrats géologiques et des topographies mouvementées qui continuent à évoluer sous l'effet du climat et de l'homme (Kassam, 1981). Les sols y conditionnent l'agriculture et son avenir sous trois aspects : le maintien de leur existence (lutte contre l'érosion), l'amélioration de leur capacité de production (fertilité et qualité) et la mise en valeur de leur capacité productive par des pratiques appropriées.

Figure 1: Relation système semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles (Mrabet, 2001a).
Agriculture durable : une obligation pour les pays de l'Afrique du Nord
Le défi majeur des pays Nord africains est double: assurer une sécurité alimentaire pour une population à fort taux démographique et amortir la dégradation des ressources naturelles. Ces pays ont besoin, plus que jamais, de revoir leurs modes d'utilisation des terres pour assurer une sécurité alimentaire et un développement agricole durable.
En Afrique du Nord, l'agriculture demeure le principal secteur économique. Il est donc impératif de définir une stratégie de développement durable pour l'ensemble du

Qualité de l'air
Réduction des émissions de gaz à effet serre
Réduction de l'érosion éolienne
Réduction de la pollution
Système
Semis Direct
Productivité
Stabilité des décisions dans les opérations agricoles
Augmentation et stabilité des rendements
Amélioration de la productivité par unité de surface et de temps
Amélioration de la productivité par unité d'intrant
Qualité de l'eau
Réduction des pertes en eau par érosion et ruissellement
Diminution de la charge en sédiments, en éléments dissous et en débris
Réduction de l'envasement des barrages
Qualité du sol
Amélioration de la structure du sol
Contrôle de l'érosion
Séquestration du Carbone
Conservation de l 'eau et du sol
Aération et Perméabilité du sol

secteur agricole en visant une utilisation respectueuse des ressources naturelles. Le transfert de l'Europe vers l'Afrique du Nord des modes de gestion mécanisée des sols a eu des effets négatifs permanents, voire désastreux sur les ressources en sols. En plus, les sols semi-arides portent en eux-mêmes les germes de leur destruction: faible teneur en matière organique, faible stabilité structurale, forte densité apparente, tendance à la prise de masse et faiblesse des résidus en surface (Bourarach et Oussible, 1995). De ce fait, l'amélioration de la productivité, la protection des sols contre l'érosion et la restauration de leur fertilité nécessitent une gestion agrobiologique des systèmes de culture.
L'agriculture durable est un ensemble de techniques qui visent à pérenniser l'activité agricole dans ses milieux physiques, sociaux, économiques et environnementaux (Pieri et Steiner, 1997 ; Lamarca, 2000). Particulièrement, une agriculture qui ne compense pas les prélèvements et les pertes minéraux et de matières organiques ne peut être dite durable.

En effet, pour la majorité des systèmes nord-africains de mise en valeur agricole, l'intensification a permis à court terme des rendements élevés, mais à moyen et long-terme elle peut causer une mauvaise protection des ressources en sol, en eau et de la végétation, par conséquent, une diminution progressive des productivités jusqu'à des niveaux de déclin non remédiables. Ce déclin de la productivité contraint les agriculteurs à exploiter des terres marginales encore plus fragiles. Ces agriculteurs sont pris dans un engrenage qui contribue à aggraver les problèmes : faible productivité des sols - faibles rendements, faibles revenus, faibles apport d'intrants - baisse de rendements. En d'autres termes, la dégradation des ressources naturelles s'est traduite en une dégradation de la situation alimentaire qui se manifeste par la diminution du taux de couverture des besoins par la production.

Pour sortir de cet engrenage du déclin de la productivité, dans chacun des pays de l'Afrique du Nord, la problématique du développement agricole durable doit constituer une priorité stratégique nationale visant à la fois le développement économique, le progrès social, la lutte contre la pauvreté, et la durabilité globale du développement et des structures économiques et productives nationales.

La restauration de la qualité du sol et la gestion durable des terres, qui doivent se réaliser parallèlement, ne peuvent être résolues par une modification technique mais plutôt à travers l'adoption d'une stratégie entièrement nouvelle qui embrasse tous les aspects du problème et considère tous les constituants d'un développement agricole durable. Il faut que la stratégie envisagée prenne en compte des solutions écologiques, alimentaires, économiques et sociales. Pour ce faire, à travers le monde, il y a une nouvelle initiative qui accorde une attention particulière à renverser le processus actuel de dégradation des sols et à réaliser cet objectif double et antagoniste d'améliorer progressivement la production et de préserver l'environnement : c'est l'agriculture de conservation. Celle-ci doit reposer sur la suppression du travail du sol et la protection par une couverture végétale constituée de résidus et de pailles (Mrabet, 1993 ; 2001d). La fixation de cette agriculture contribuera à la durabilité des systèmes agricoles en Afrique du Nord.

DEFINITION ET PRINCIPES DE BASE DU SEMIS DIRECT

Avant de définir le semis direct, il est important de définir l'agriculture de conservation. L'agriculture de conservation se réfère à plusieurs pratiques qui permettent la gestion du sol pour des utilisations agraires altérant au minimum sa composition, sa structure et sa biodiversité naturelle et le préservant de l'érosion et de la dégradation. Cela implique le semis direct, les techniques culturales simplifiées ou labour de conservation, la non-incorporation des résidus de récolte et les couverts végétaux ou engrais verts. Les techniques de labour de conservation comprennent un gradient continu allant de la réduction du nombre d'outils aratoires jusqu'à l'élimination complète de toute action mécanique sur le sol.

En systèmes de labour de conservation, la perturbation ou la manipulation du sol doit respecter la présence d'un mulch d'au moins 30% de sol couvert et l'élimination de toute action de retournement ou mixage des horizons. Le maintien d'au moins 30% de la surface du sol couverte par des résidus végétaux lors de la mise en place de la culture suivante est généralement suffisant pour contrôler l'érosion hydrique, ce qui correspond à 1120 kg ha-1 pour contrôler l'érosion éolienne. Il s'agit surtout de l'utilisation d'outils à dents ou à lames. La situation extrême est le zéro-labour ou semis direct (Sandretto, 2001).

Les objectifs du travail du sol sont l'enfouissement des débris et des résidus, l'ameublissement de la couche arable, l'ameublissement du sol au-dessous de la zone labourée ; la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes, des parasites et des maladies ; l'incorporation des amendements, des herbicides et des fertilisants, la formation du lit de semences ; la répartition de la terre fine et des mottes ; le nivellement du sol ; la correction de l'excès de porosité et le réchauffement du sol. Toutefois, l'ensemble de ces objectifs peut être réalisé sans travail du sol.

Le semis direct est un système conservatoire de gestion des sols et des cultures, dans lequel la semence est placée directement dans le sol qui n'est jamais

travaillé. Dans le système de semis direct, les opérations se limitent à l'ensemencement de la culture. Le remaniement mécanique du sol est confiné à la seule implantation de la semence. L'élimination des mauvaises herbes, avant et après le semis et pendant la culture, est faite avec des herbicides, les moins polluants possibles pour le sol qui doit toujours rester couvert.
Le semis direct est un paquet technologique qui repose sur quatre principes: 1). supprimer les labours; 2). couvrir en permanence le sol par une couverture morte constituée de résidus de récolte; 3). semer directement à travers cette couverture protectrice à l'aide d'outils appropriés et 4). contrôler les mauvaises herbes sans perturbation du sol. En fait, le système de semis direct vise à copier les écosystèmes naturels: il est basé sur une couverture de sol permanente et une perturbation minimale du sol. Ainsi, toute omission ou application défectueuse de l'un des quatre principes porte préjudice à la réussite du système de semis direct. A travers ces quatre principes, le semis direct permet d'une part le maintien et l'amélioration de la fertilité des sols et la

productivité des systèmes culturaux et d'autre part l'optimisation des ressources et de la gestion de l'exploitation agricole.

Contrôle des adventices sous semis direct
Le système non labour ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes (El Brahli et al., 1997). Les graines de mauvaises herbes enfouies ne sont pas exposées à la surface comme c'est le cas par les travaux du sol. La banque de graines de mauvaises herbes semble donc diminuer en semis direct. Rares sont les apparitions soudaines et tardives des mauvaises herbes car aucun travail du sol ne ramène les graines à la surface.
Un contrôle des adventices sévère est néanmoins important au cours des premières années de transition. Au cours de cette période, le taux d'infestation floristique et la levée des graminées annuelles ont tendance à augmenter surtout avec les cultures continues. Pour cela, il faut essayer d'envisager une démarche efficace pour la lutte contre les mauvaises herbes par la prévention, la compétitivité des cultures, la rotation des cultures et un désherbage chimique. Il est conseillé d'appliquer des herbicides résiduels à action foliaire et racinaire qui sont relativement peu coûteux, tels que les herbicides anti-dicotylédones qui permettent un contrôle adéquat des mauvaises herbes. En effet, ces herbicides sont caractérisés par leur rémanence dans le sol et leur large spectre d'action (El-Brahli et Mrabet, 2000).

Equipement du semis direct et gestion des résidus
Pour réussir la conduite du non-labour, il est essentiel de disposer de semoirs adaptés. Le semis est réalisé à l'aide d'un semoir spécial qui peut semer et déposer les engrais dans un sol non perturbé et couvert de résidus de récolte. Il est doté de coutres pour couper les résidus et préparer des bandes étroites de sol qui facilitent le contact semence-sol. Plusieurs types de semeurs existent, et celui à soc est conseillé pour des semis précoces sur sols secs (Bourarach et al., 1998). Ainsi, pour les conditions semiarides nord-africaines où les sols au moment du semis sont secs, le semoir semis direct à soc permet à la fois de creuser un sillon et d'y déposer les semences à des profondeurs opportuns. Des roues de tassement servent à remplir le sillon, assurer un bon contact semence-sol et contrôler la profondeur de semis. En effet, la précision de placement de la semence et de l'engrais est la clé du succès. Le semoir est aussi équipé d'un système d'emplacement des engrais (Mrabet, 2001a).
La gestion des résidus est primordiale pour la réussite du semis direct.
L'interaction entre la vigueur de la plante et la qualité de la gestion des résidus est la clé de la réussite de l'installation des cultures. Un niveau élevé de résidus en surface peut causer des levées réduites et un début d'enracinement faible. La protection de la surface du sol contre les agents climatiques (pluie, vent, température et radiation) n'est assurée que par un niveau convenable de paillis en surface. Ainsi, on ne peut prétendre introduire le semis direct tout en exportant la totalit é des résidus de récolte.

Conduite des cultures sous semis direct

Le semis direct doit être considéré comme un système et non pas comme une simple méthode de préparation du terrain. Pour que ce système soit efficace, il faut introduire la rotation des cultures, c'est-à-dire l'utilisation dans le temps et dans l'espace d'une séquence de cultures. La rotation des cultures est fondamentale pour la durabilité des systèmes de semis direct.

Le semis direct est un nouveau système d'exploitation du milieu. Il faut l'intégrer dans des systèmes de culture qui permettent d'optimiser la gestion des ressources naturelles et l'ensemble des facteurs de production dans les exploitations. Les modalités de mise en oeuvre du semis direct sont très diverses, et dépendent en premier lieu des conditions climatiques de la zone concernée. Plus la pluviométrie est importante, plus les modalités sont nombreuses et diversifiées. En plus, au cours du temps, beaucoup de modifications ont eu lieu pour réussir au maximum l'adaptation du semis direct. Ceci a permis de développer différents systèmes de semis direct selon les exigences agricoles et édaphiques. A cause de ces développements, le semis direct a été réussi dans plusieurs cultures. D'abord appliqué au maïs, le semis direct avec conservation de résidus gagne d'autres cultures, à commencer par le soja et les céréales à petites graines (blé d'hiver, orge...), puis le cotonnier, le sorgho, le tabac, les légumes et l'arachide et les cultures d'hiver (blé, trèfle, vesce, et seigle).

EVOLUTION DU SEMIS DIRECT A L'ECHELLE MONDIALE

Le principe du semis direct sur couverture végétale est loin d'être nouveau.

Déjà, le semis direct existe depuis le début de l'histoire de l'agriculture et reste la base des systèmes agricoles de plusieurs civilisations.

Les premiers à avoir développé des systèmes de semis direct semblent être les Indiens qui vivent depuis des siècles dans les forêts tropicales humides des Amériques et les Egyptiens du delta du Nil. Les habitants de ces régions ont donc développé des systèmes de semis à travers des couvertures mortes où la culture puise ses nutriments dans le mulch en décomposition (Raunet et al., 1999 ; Séguy et Bouzinac, 1999). C'est l'histoire des techniques de semis direct, ou comment passer des systèmes destructeurs de la ressource sol, hérités du transfert Nord-Sud de technologies, solidement ancrées dans les pratiques traditionnelles, à des systèmes de gestion durable qui éliminent toute perturbation de cette ressource.

Le début du développement de l'agriculture de conservation et des systèmes de semis direct remonte aux années 1930, lorsque les grandes plaines des Etats Unis d'Amérique ont connu une érosion éolienne qui a causé des dégâts considérables. L'expérience américaine a eu un très grand impact, d'abord auprès des agriculteurs du pays-même, puis à l'extérieur. Les techniques mises au point aux Etats-Unis vont se diffuser dans d'autres pays de la zone tempérée comme le Canada, et gagner les pays de la zone tropicale (notamment le Brésil, l'Argentine, le Chili, le Paraguay, et l'Uruguay). C'est à partir des Etats Unis que les nouvelles techniques de semis direct ont été connues au Maroc. Ces nouveaux systèmes d'exploitation du milieu ont alors connu un développement considérable dans d'autres pays, particulièrement l'Australie. Depuis, le semis direct sur couverture végétale sous ses formes modernes se diffuse à travers le monde, soit de façon spontanée, soit sous l'égide de la recherche-développement, avec des succès très variables selon les contextes. Le semis direct concerne particulièrement, l'Amérique du nord et du sud et l'Australie (figure 2). Néanmoins, Selon Benites et al. (1998) et Steiner (1998), le semis direct est déjà pratiqué dans plusieurs pays africains (Angola, Bénin, Kenya, Mozambique, Niger, Afrique du sud, Tanzanie, Zambie et Zimbabwe). Particulièrement, au Ghana, 30000 hectares sont semés sans labour (Derpsch, 2001).

Selon le tableau 1, on peut conclure: 1. Le semis direct est en extension exponentielle à travers le monde et dans des écologies diversifiées, 2. le semis direct est adapté à la plupart des cultures et espèces végétales et 3. la diversité des climats et des sols où est développé le semis direct montre qu'il ne semble pas y avoir de limite technique à une extension de ce système en Afrique du Nord.

Les pays comme le Brésil, l'Argentine, le Paraguay, l'Uruguay et le Chili avaient,

en 1987, seulement 0.87 millions ha en semis direct et totalisent 23,7 millions ha en 13 ans (Derpsch, 2001). Selon, Pavei (1998) le système de semis direct couvrira en peu de temps la majorité des propriétés agricoles en Brésil. En Amérique du Sud, le semis direct est pratiqué de la Patagonie à l'Amazonie. La surface occupée par les techniques de semis direct dans le monde, est passée de 2.83 millions d'hectares en 1973/74 à 58.11 millions d'hectares en 1999/2000 et a dépassé les 60 millions ha en 2000/01. Aux Etats Unis., le semis direct représente 16% de la surface totale cultivée, 7% au Canada, 25% au Brésil, 37% en Argentine et 52% au Paraguay.

L'agriculture de conservation et donc le semis direct est à présent peu développée en Europe (estimée entre 1 et 2 % des terres agricoles). Actuellement, la France et l'Espagne doivent être les deux pays en Europe où ces techniques sont les plus étendues avec respectivement environ 1 et 0.6 millions d'hectares de cultures annuelles en techniques de conservation en 1998. Néanmoins, la validité de ces méthodes dans la plupart des situations agricoles Européennes a déjà été démontrée (ECAF, 1999). En réalité, aucun autre système depuis l'ère de l'agriculture moderne et intensive, n'a été capable de conquérir un espace aussi considérable en si peu de temps (Baker et al., 1996). Le secret de l'adaptation du semis direct à tant de milieux ambiants est qu'il permet l'optimisation de plusieurs facteurs simultanement à savoir le temps, l'usage des intrants, de la main d'oeuvre et de l'énergie et en même d'imiter et de respecter l'environnement.

Il est donc clair, que le semis direct est adapté et développé pour beaucoup de conditions socio-économiques et agro-climatiques sur les cinq continents, avec plus de succès encore dans des pays en voie de développement et dans les secteurs très dégradés des pays en voie de développement et développés. Il existe un énorme potentiel pour l'utilisation du semis direct comme technologie de conservation des sols en Europe, mais aussi et surtout, en Afrique et Asie où ce mode de gestion conservatoire de la ressource sol constitue une garantie de lutte durable contre la pauvreté (Derpsch, 2001).

Toutefois, seulement 4 % des terres cultivées dans le monde le sont selon les principes de semis direct.. Plusieurs organisations (ACT, ECAF, …) récemment constituées par des associations nationales ont pour objectif essentiel d'encourager et de diffuser les techniques de semis direct.

Tableau 1. Evolution dans le temps des superficies (en millions d'hectares) sous semis direct dans le monde (Derpsch, 1999 ; 2001; FAO, 2001).

Année	USA	Canada	Brésil	Argentine	Australie	Autres	Total
1973/74	2.2	0	0.001	0	0.1	0.53	2.83
1983/84	4.8	0	0.4	0	0.4	0.66	6.26
1996/97	19.4	6.7	6.5	4.4	1.0	1.70	39.70
1999/00	19.8	4.1	13.5	9.2	8.4	2.92	58.11

Autres (2) Australie (14)
US/Canada (40)
Amérique Latine (44)

Figure 2: Importance relative (%) du semis direct dans le monde en 1999/2000 (Derpsch, 2001).

DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE EN SEMIS DIRECT

En face d'un double défi de concilier la production et l'environnement, le semis direct a connu un développement technologique remarquable au cours du temps (Fowler, 1995). Ce développement technologique a concerné la gestion des résidus à la récolte et au moment du semis (distribution spatiale des résidus), l'implantation des cultures (profondeur du semis, contact sol-semence, conditions de germination et de levée), fertilisation de fond (positionnement des engrais) et les pratiques de désherbage (type d'herbicide, dose et application).

Les techniques de semis direct sont compatibles avec tous les types de mécanisation, du simple outil à main aux machines utilisant l'agriculture de précision. A partir des années 40, la recherche agronomique aux Etats-Unis a réinventé le principe de semis direct en introduisant de nouvelles technologies (semoirs de précision,

herbicides...). C'est en 1962, que les nouvelles techniques de semis direct sur couverture végétale ont commencé à être pratiquées en vraie grandeur, après une phase expérimentale et pionnière de vingt ans. Depuis lors, le progrès a pris de la vitesse.

Tableau 2: Caractéristiques des coutres (CPVQ, 2000)

Coutre	Actions	Remarques
Lisse	Coupe les résidus et le sol	Une seule action, coupe très bien Plus le diamètre est grand, mieux il travaille
Crénelé	Coupe les résidus et le sol	Coupe très bien Rotation plus aisée
Gaufré	Coupe les résidus et le sol	Sert surtout au placement des fertilisants
Bande étroite		Coupe très bien mieux que coutre lisse Rotation plus aisée Aiguisage non nécessaire
A bulles	Coupe les résidus Ouvre légèrement le sol	Excellent dans sols sableux et limonoloameux Coupe très bien, convient à sols durs avec beaucoup de résidus Compaction ou risque de lissage des sols argileux
Ondulé (13 ondulations de 2.5 cm)	Coupe les résidus Ouvre le sol plus que le coutre à bulles Dégage légèrement les résidus	Présente certaine agressivité Excellent dans sols limoneux, limono-sableux et loameux
Coupe bien		Pas de compaction dans sols argileux Ouvre plus le sol que le coutre à bulles
Ondulé (8 ondulations de 5 cm)	Coupe les résidus et ouvre le sol Très agressif Dégage beaucoup les résidus	Aucune compaction Ecarte bien les résidus Peut projeter le sol à l’extérieur du sillon si placé vis-à-vis du semeur
Ondulation recourbée		Excellente pénétration
Coupe les résidus		Performant pour couper les résidus tout en travaillant bien le sol

Plusieurs facteurs sont à l'origine du développement de ces techniques. Le premier facteur qui a aidé au développement du semis direct est d'ordre environnemental. Le second facteur qui a contribué au développement du semis direct est l'apparition des herbicides chimiques. En effet, leur découverte et leur sortie sur le marché ont permis de remettre en question les objectifs assignés au labour,

particulièrement le contrôle des adventices.
La commercialisation par ICI en 1960 de deux herbicides desséchants non rémanents totaux de contact (paraquat et diquat) a considérablement aidé dans l'extension du semis direct. Par la suite, les innovations dans le domaine des herbicides ont été nombreuses, avec notamment la mise au point du glyphosate et l'apparition de nouveaux herbicides de pré-levée ou pré semis de plus en plus sélectifs qui permettent de perfectionner la lutte contre les adventices (sulfonylurées). Actuellement, l'agriculteur dispose d'une variété d'outils technologiques qui lui permettent de faire face au contrôle des adventices avec efficacité, à travers les herbicides et les pratiques culturales (rotations).
Le troisième facteur est la fabrication en 1961, par la firme Allis-Chalmers, du premier semoir pour semis direct en traction motorisée. Un semoir semis direct est généralement composé de trois types d'organes: organes ouvreurs ou coutres, organes semeurs et roues tasseuses. Les roues tasseuses ont pour rôles de couvrir (fermer) le sillon, limiter la profondeur de semis et améliorer le contact sol-graine. Ce sont les éléments de finition du lit de semis.
Une grande variété de coutres est disponible. Ils coupent, ouvrent le sol, dégagent les résidus et aident au travail des organes semeurs et au placement des engrais. Ils sont généralement de forme circulaire. Ce disque peut être lisse, denté (ondulé), gaufré, à bulles, ou crénelé. Les caractéristiques des coutres et leurs conditions d'application sont explicitées dans le Tableau 2.
Tableau 3: Avantages et inconvénients des semeurs directs (Mrabet, 2001a)

Semeur à socs		Semeurs à disques 1	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
· Contrôle de la profondeur de semis · Pénétration en conditions de sol sec et dur. · Bon contact solsemence. · Bon tassement. · Meilleur emplacement des engrais. · Utilisation en conditions de terrains difficiles :sols caillouteux, rugueux, en pente.	· Besoin de force de traction élevé. · Pois élevé (transport) · Grande manipulation ou perturbation du sol (écartement faible). · Bourrage en sols couverts de grandes quantités de résidus.	· Positionnement uniforme des semences si les résidus sont bien répartis en surface. · Moins de manipulation du sol. · Bon tassement.	

· Inopérant en conditions de fortes quantités de résidus en surface : mauvais contact sol-graine et semis superficiel.
· Disques sont plus chers.
· Masses alourdissant pour pénétrer facilement (surtout en sec)/
1 simple, double et triple disques.

Selon l'organe semeur, le semoir direct peut être classé en semoir à disques ou à socs. Le tableau 3 donne les avantages et les inconvénients de chaque type de semeur. Il existe également des semoirs directs équipés d'un dispositif pneumatique pour l'injection des semences dans le sol. Du fait que les semoirs directs doivent sectionner des résidus de récolte et des racines pour pénétrer efficacement le sol, une des différences les plus importantes par rapport aux semoirs conventionnels est leurs poids.
La réduction du nombre de passage des éléments aratoires et le remplacement successif des outils de labour et de préparation du sol par des herbicides ont permit une amélioration de la conservation de l'eau en fonction du temps aux Etats Unis d'Amérique comme indiquée dans le tableau 4.

Tableau 4. Evolution de l'efficience de stockage de la jachère en fonction des changements de la gestion du sol aux Etats Unis d'Amérique (Greb, 1979).

Gestion du sol	Période d'utilisation	Nombre de passage des outils aratoires	Efficience de la Jachère (%)
Travail du sol intensif	Charrue à soc et pulvériseurs.	1915-30	7 à 10	16 à 22
Travail du sol conventionnel	Charrue à disque, pulvériseurs, rodweeder	1931-45	5 à 7	20 à 24
Travail du sol conventionnel modifié	charrue à disque, Chisel, rodweeder.	1946-56	4 à 6	24 à 27
Travail du sol minimum	au sweep et rodweeder.	1957-70	4 à 6	27 à 33
Minimum tillage	et application des herbicides.	1968-77	2 à 3	33 à 38
Non labour	herbicides uniquement.	1975-77	0	45 à 55

Définit comme étant le pourcentage des précipitations stockées dans le sol

EXPERIENCE DE LA PRATIQUE DU SEMIS DIRECT AU MAROC : DE LA RECHERCHE AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE.

Pour arriver à une agriculture pluviale compétitive et durable, les chercheurs du Centre régional de la recherche agronomique de Settat ont testé le système de semis direct dans le besoin de la fixer, de l'intensifier et de la diversifier, tout en entretenant la fertilité du sol, et ceci dans des contextes de forts risques écologiques et économiques. En fait, la technique de semis direct est encore au stade d'essai au Maroc. En 1983,

INRA Aridoculture a commencé les recherches sur les techniques de production pour les zones 200-450 mm pour voir la nécessite des labours primaires et des préparation des lits de semences pour céréales et comment accroître la production en grain voire la stabiliser vis-à-vis des aléas climatiques. Donc, pour répondre à ces deux questions, des essais de longue durée sur le semis direct dans des rotations du blé ont été installés à Sidi El-Aydi (chaouia) et Jemaa shaim (abda) (Bouzza, 1990 ; 1992 ; Mrabet et al., 1993).
Dès 1987, d'autres questions se sont posées ; à savoir l'applicabilité du semis direct pour d'autres cultures que le blé. Ainsi, d'autres rotations et cultures ont été étudiées sous non-labour (Kacemi, 1992 ; Kacemi et al., 1995).
En 1990, il y avait le besoin de développer et fabriquer des semoirs directs pour les conditions de sols et climatiques marocaines. Il y avait ainsi l'idée de développer une industrie de semoir direct au Maroc pour servir le sud méditerranée (Bouzza, 1992 ; Dahane, 1992).
En 1994, d'autres études étaient nécessaires sur la diversification des cultures et l'intensification du blé à travers les rotations triennales, la stratégie de contrôle des mauvaises herbes à travers une variété d'herbicides (résiduels et sélectifs), la gestion des résidus de récolte, et l'intégration élevage-agriculture (Mrabet, 1997 ; 2000a).
En 1994 et puis 1997, des essais chez les agriculteurs de la Chaouia ont été installés pour la confirmation des résultats et un début de transfert de la technologie du semis direct (El-Brahli et al., 1997 ; 2000 ; 2001).
Durant ces longues années de recherche à INRA il y a eu une accumulation et une évolution des connaissance agronomiques, sur le comportement du sol, sur la conduite des cultures, et sur la gestion des résidus et des herbicides en conditions de semis direct. L'INRA possède des essais de long-terme de 19, 15 et 8 ans (Mrabet, 2001d).
Le semis direct a aussi été étudié depuis 1987 par d'autres établissements d'enseignement supérieur pour définir son applicabilité dans des conditions climatiques différentes, souvent plus favorables (à savoir le Gharb, Zaër et Saïs) (Bourarach, 1989 ; Bourarach et Oussible, 1995 ; Aboudrare et El Quortobi (2001)).

En 2001/02, beaucoup d'efforts pour une dissémination plus large du semis direct sont consentis par les institutions de développement en collaboration avec INRA et les institutions d'enseignement supérieur agricoles (Mrabet et al., 2001b).

POTENTIALITES AGRONOMIQUES DU SEMIS DIRECT

Avec le labour, les rendements du blé sont, non seulement beaucoup plus bas qu'en semis direct, mais extrêmement fluctuants d'une année sur l'autre. Les essais effectués confirment qu'un travail du sol minimal ou même l'absence de travail du sol n'entraîne quasiment aucune perte de rendement malgré le taux de levée souvent réduit (Tableaux 5 et 6). Les résultats d'essais chez des agriculteurs montrent que le zérolabour permet généralement des rendements de blé largement plus élevés à ceux obtenus à l'aide de façons culturales conventionnelles (El-Brahli et al., 2000 et 2001 ; Tableau 7).
Dans les conditions climatiques de Sidi El Aydi, les travaux menés par Bouzza (1990) et Mrabet (2000a) montrent que, comparativement au labour conventionnel, le semis direct sur mulch permet d'augmenter la quantité d'eau disponible pour le blé. En effet, sous semis direct, il y a une meilleure utilisation de l'eau que sous les autres types de travaux du sol (Tableau 6). L'eau conservée après jachère chimique (jusqu'à 80 à 100 mm) fournit un appoint pour l'alimentation hydrique du blé en fin de cycle souvent sec (Bouzza, 1990 ; Mrabet, 2001c). La jachère chimique permet un stockage plus important qu'une jachère travaillée conventionnellement ou de façon simplifiée et ceci au Maroc, aux Etats Unis et en Australie (Mrabet, 2001a, figure 3).
En milieu semi-aride marocain, le stockage de l'eau de pluie est amélioré de 10 à 30 % par rapport aux techniques traditionnelles et la production du blé en bénéficie largement (quantitativement et qualitativement). Ainsi, le système jachère chimique est stable et permet une production régulière dans le temps malgré les aléas climatiques

(Mrabet, 2000b, Tableau 5).
Les systèmes de jachère améliorés et le semis direct dans un mulch ouvrent des voies intéressantes pour une agriculture durable préservatrice de l'environnement et peu coûteuse en main d'oeuvre et en intrants (El-Brahli et Mrabet, 2000).

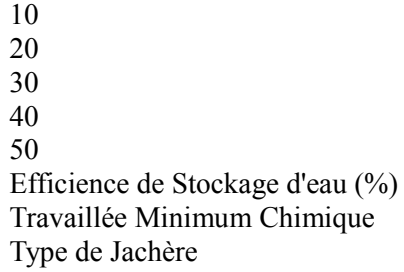

Figure 3. L'efficience de stockage d'eau en fonction de la gestion de la jachère en milieu pluvial américain, australien et marocain (efficience de stockage de l'eau est le rapport entre l'eau stockée dans le sol et le total des pluies reçues) (Mrabet, 2001a).

Dans les zones favorables Marocaines (région de Meknès), Aboudrare et El Quortobi (2001) ont montré que la technique du semis direct est performante aussi bien en année sèche qu'en année humide. En année sèche les gains de rendements ont varié de 53 % à 155 % par rapport au travail profond.

Tableau 5. Effet de la rotation céréalière et du travail du sol sur le rendement du blé tendre en Qx ha -1 (Bouzza, 1990; Mrabet et al., 1993; Mrabet, 2000b).

Type de labour	Sidi El Aydi a		Jemaa Shaim b	
	Blé-Blé	Blé-Jachère	Blé-Blé	Blé-Jachère
Non-Labour	19	35	17	30
Labour Minimum	16	34	15	30
Labour Conventionnel	14	24	16	24

a Rendement grain moyen 1983-1992 sur sol argileux, Vertisol, total des pluies 370mm.
b Rendement grain moyen 1983-1998 sur sol argileux, Vertisol, total des pluies 270mm.

Tableau 6. Effet du travail du sol sur le rendement du blé tendre et l'efficience d'utilisation de l'eau (EUE) à Sidi El Aydi (Blé continu, 1995-1999) (Mrabet, 2000a)

Travail du sol	Rendement Grain (Qx/ha)	EUE (kg mm -1 ha-1)
Semis direct	24.7	7.1
Chisel	24.1	7.1
Charrue à disques	23.6	6.6
Rotavator	20.9	5.9
Pulvériseur à disques	19.7	5.8
Traditionnel	19.3	5.4
Sweep	19.1	5.9
Moyenne	22.0	6.4

Tableau 7. Rendement grain du blé (Qx/ha) chez deux agriculteurs pratiquant la rotation blé-pois chiche-jachère (El Brahli et al., 2000 ; 2001).

Année	Ouled Said			Settat		
	Semis Direct	Labour	Pluie (mm)	Semis Direct	Labour	Pluie (mm)
1997-98	26	21	300	30	19	320
1998-99	22	2	200	33	10	230
1999-2000	8	0	150	12	0	180
2000-01	14	8	220			

Moyenne 19 8 22 9
Le degré d'humidité du sol est souvent un facteur limitant très important dans la productivité de l'agriculture. Il a été largement rapporté par beaucoup d'auteurs que les techniques de conservation basées sur le semis direct augmentent le taux d'humidité dans le profil du sol en comparaison avec les techniques conventionnelles.
La couverture morte permet de limiter l'évaporation du sol. En effet, la présence d'un mulch en surface limite la remontée par capillarité de l'eau contenue en profondeur du sol. Les résultats publiés dans Mrabet (1997) montrent que (1) l'évaporation du sol en non-labour avec mulch est inférieure à une large gamme de type de labour et (2) la température de la surface du sol diminue sous mulch et non-travail du sol. Mrabet (1997) a montré que la non manipulation du sol et le maintien d'un couvert végétal aident à prolonger la durée de dessèchement de la surface et gardent le sol plus humide une période de temps plus longue (Figure 4).
0
10
20
30
40
Durée en jour
Non-labour Chisel Charrue Pulvériseur Rotavator Sweep
Travail du sol
Régime humide Régime sec
Figure 4 : Durée en jours nécessaire pour atteindre le point de flétrissement à l'horizon (0-10 cm) en fonction du type de travail du sol et pour deux régimes hydriques (humide : apport d'eau de 77 mm et sec : apport d'eau de 35 mm). L'humidité au point de flétrissement est de 0.16 g g-1 (Mrabet, 1997).
Les conditions de surface des sols en semis direct présentent des humidités et des caractéristiques hydrodynamiques favorables à l'absorption des pluies (surtout automnales). Ces conditions hydriques en zones de semis permettent ainsi des semis précoces très recommandés en Afrique du nord. En d'autres termes, les pratiques de semis direct permettent de décider avec une plus grande souplesse, du calendrier des semis, mieux adapté au calendrier climatique.
C'est une technique agricole de conservation qui permet aux agriculteurs d'accroître leur production et de préserver leurs ressources naturelles - en consacrant moins de temps à la préparation du terrain. En effet, le temps consacré par les agriculteurs à la préparation du sol fait que la culture est souvent semée bien après la date optimale. Elle permet de supprimer l'une des causes principales des faibles rendements, c'est à dire le semis tardif.
En conditions d'agricult ure traditionnelle, le calage du cycle de la culture avec le cycle des pluies nécessite un travail du sol à sec ou juste après les premières pluies. Selon Bouzza (1990) et Bourarach (1989), le travail du sol à sec occasionne des pertes d'énergie et il n'améliore pas la production. Le travail du sol après les pluies est généralement difficile à réaliser et nécessite des interventions de machines en conditions hydriques qui engendrent des états de lits de semences inadéquats pour l'installations des cultures.
En plus des effets bénéfiques sur la partie aérienne des cultures (grain et biommase), l'application du semis direct n'affecte pas le développement du système raçinaire fasciculé sauf dans des types de sol extrêmement dur et prenant en masse.

RETRIBUTIONS ENVIRONNEMENTALES DU SEMIS DIRECT
Il existe une interdépendance évidente entre l'agriculture et l'environnement.
Aux Etats-Unis et au Brésil, l'élément environnemental a été le déclencheur du développement du semis direct sur couverture végétale. Mais comment faire prendre conscience des problèmes d'environnement à des agriculteurs déjà en situation précaire, comme c'est le cas des pays de l'Afrique du Nord.
Dans les pays de l'Afrique du nord, l'érosion hydrique et éolienne sont des phénomènes largement répandus et qui ne cessent de s'accroître à cause des actions

anthropiques, particulièrement le labour, le pâturage et le déboisement. L'intensification de l'agriculture conventionnelle (augmentation de la mécanisation et du labour) durant ces cinq dernières décennies a contribué à cette tendance, augmentant le risque de désertification dans la plupart des régions vulnérables.

Les techniques de semis direct sont bénéfiques pour l'environnement à plus d'un titre. Pour assurer un éco-développement durable dans ces pays, le semis direct permet de restituer la fertilité du sol et de lutter voire contrôler les formes d'érosion. Si la destruction de la matière organique des sols soumis à des modes de gestion conventionnelle, peut être très rapide, sa reconstruction peut progresser aussi rapidement en semis direct.

La couverture végétale, crée un environnement dans lequel les variations climatiques sont amorties, en termes de température et d'humidité. En période sèche, la couverture fait barrage à l'évaporation, l'humidité résiduelle de la saison des pluies est maintenue. En période pluvieuse, elle évite le ruissellement, favorisant le drainage de l'eau. Cet effet tampon permet de maintenir la production à un bon niveau d'une année à l'autre. Elle constitue aussi une protection contre les différentes formes de dégradation physique du sol. En limitant l'impact des gouttes de pluie et en freinant le ruissellement, la couverture supprime pratiquement les risques d'érosion hydrique. La simplification des façons culturales liées au semis direct diminue la compaction qui affecte de nombreux sols en culture en Afrique du Nord.

En semis direct, les érosions hydrique et éolienne sont réduites de 50 à 90 pour cent. Cette baisse de migration des sédiments vers les cours d'eau constitue des économies substantielles. Ces sédiments chargés d'éléments fertilisants (le meilleur de nos sols) constituent une perte nette pour l'agriculteur et représentent un coût énorme en traitement d'eau et en re-conditionnement des cours d'eau.

Le zéro-labour est l'une des techniques utilisées dans l'agriculture de conservation, qui vise à renforcer et à maintenir la production agricole en préservant et en améliorant les ressources en sols et en eaux ainsi que les ressources biologiques. En substance, cette technique permet aux micro-organismes et à la faune d'assurer le travail du sol et l'équilibre des éléments nutritifs - un processus naturel perturbé par le labour mécanique. Mrabet et al. (2001a) ont trouvé que le semis direct séquestre 13.6% de carbone après 11 ans de son adoption dans un sol argileux. Bessam et Mrabet (2001) ont trouvé que le taux de matière organique évolue de façon remarquable sous semis direct en fonction du temps, alors que sous travail classique, le sol garde sensiblement les mêmes taux (Tableau 8). Cette part de la fertilité gratuite construite en semis direct permet d'augmenter la productivité des cultures avec moins d'engrais minéral et d'accroître le potentiel du sol. En effet, Mrabet et al. (2001c) ont trouvé que les niveaux de phosphore, azote et potassium s'améliorent en semis direct par rapport au conventionnel (Tableau 9).

Un sol non travaillé retrouve un nouvel équilibre biologique au bout de quatre à cinq ans (Tableau 8). Une structure stable s'établit sur la couche arable. Alors que sous labour classique, la structure souhaitée est créée par un travail mécanique, en semis direct, elle repose sur l'activité biologique des sols.

Le semis direct limite l'érosion et le tassement du sol tout en lui conservant son humidité. En outre, il stimule l'activité biologique du sol, réduit la battance, et améliore la praticabilité des parcelles. Ce type de système peut favoriser un recyclage d'éléments minéraux et leur concentration dans les horizons de surface du sol. Il résulte de ces différents mécanismes que le semis direct permet une bonne gestion de la fertilité du sol qui est une des conditions premières de la durabilité des systèmes de culture (Mrabet et al., 2001c)

Tableau 8. Effet du système de travail du sol sur le carbone organique du sol en fonction du temps (Bessam et Mrabet, 2001).

Travail du sol Horizon (mm)
0-25 25-70 70-200
MO1
a MO2
b MO1

a MO2
b MO1
a MO2
b
Non labour 2.31 1.80 1.42 1.30 1.23 1.10
Labour classique 1.45 1.43 1.45 1.21 1.22 1.02
Moyenne 1.88 1.61 1.43 1.25 1.22 1.06
a MO1 = Carbone organique après 11 années d'expérimentation (%).
b MO2 = Carbone organique après 5 années d'expérimentation (%).
Tableau 9: Effets du système de travail du sol sur le niveau de phosphore, potassium et d'azote dans les horizons de surface d'un sol calcimagnésique caractéristique du semiaride Marocain (Mrabet et al., 2001c).
Profondeur des
horizons (mm)
Non-labour Labour conventionnel Moyenne
Azote Total (g kg-1)
0 – 25 1.84 1.33 1.59
25 – 70 1.49 1.34 1.41
70 - 200 1.20 1.20 1.20
P assimilable (mg kg-1)
0 – 25 29.9 18.0 23.9
25 – 70 19.3 16.5 17.9
70 - 200 8.7 10.9 9.8
K échangeable (mg kg-1)
0 – 25 476 284 380
25 – 70 292 257 274
70 - 200 149 178 163
L'augmentation et la séquestration de la matière organique en surface accroît la résistance des micro-agrégats et la protection des MO. Ces MO augmentent la stabilité des agrégats où elles se trouvent, et les agrégats plus stables, à leur tour, protègent les MO qui y sont incorporées, établissant ainsi des relations cause à effet entre la dynamique de la MO et l'agrégation (autorégulation et autoprotection). Avec le temps, la surface d'un sol en semis direct se transforme en tapis vivant qui reste praticable même en conditions défavorables (Figure 5).
40
45
50
55
60
Indice de stabilité des agrégats (%)
0 28 119 167
Nombre de jours après semis
Non-Labour Labour Classique
Figure 5. Effet du système de travail du sol sur l'agrégation du sol en surface (0-5 cm) au cours du temps (Lahlou et Mrabet, 2001).
En plus de la question essentielle à résoudre au niveau mondial qui concerne la préservation à long terme du potentiel de production du sol pour répondre à la demande croissante d'aliments, se pose aussi la question fondamentale relative à la gestion des pollutions produites par l'activité agricole sur l'environnement, et en particulier, l'impact causé par le travail intensif du sol qui rejette plus de gaz carbonique vers l'atmosphère, alimentant ainsi de manière significative l'effet de serre.
L'agriculture conventionnelle (brûlage des pailles, travail profond du sol, préparation des terres…) produit des émissions directes de CO_2 vers l'atmosphère, réduit l'effet de fixation de CO_2 par le sol et contribue au réchauffement global de la planète. Des estimations issues de récents travaux de recherche (Lal et al., 1995; IPCC, 1995) ont montré que le volume de CO_2 émis vers l'atmosphère contribue pour 50% sur l'effet de serre, et que l'activité agricole représente quant à elle plus de 23% du total émis.

Reicosky (1996 ; 2001) a rapporté que le labour est le premier mécanisme responsable de l'émission du CO2 à partir du sol. Inversement, l'agriculture de conservation maîtrise ces effets.
L'avantage écologique des semis direct est d'augmenter la production de biomasse et l'accumulation de matière organique dans le sol et de jouer ainsi un rôle positif dans la fixation du carbone et son bilan à l'échelle de la planète. Les études de Reicosky (1996 ; 2001) suggèrent également que le semis direct peut contribuer à réduire les niveaux de gaz « à effet de serre » responsables du changement climatique: les sols dans les systèmes de semis direct émettent dans l'atmosphère jusqu'à huit fois moins de dioxyde de carbone que les sols labourés.

BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES DU SEMIS DIRECT

Le volet économique des techniques de semis direct est un autre facteur important à prendre en compte.
Jusqu'à maintenant, la recherche au Maroc a étudié les conséquences essentiellement agronomiques du semis direct. Peu d'études globales faisant appel à des critères socio-économiques ont été entreprises. Cette carence peut expliquer qu'au Maroc et donc en Afrique du Nord cette pratique n'existe actuellement qu'au stade expérimental. Par ailleurs, une analyse économique au niveau des exploitations agricoles s'impose pour évaluer la rentabilité du semis direct par rapport aux systèmes conventionnels sur une ou plusieurs années et les difficultés financières et d'investissement rencontrées par l'agriculteur pour passer d'un système conventionnel au système de semis direct.
En agriculture conventionnelle, les interventions de travail du sol demandent des intrants considérablement plus élevés en investissements, entretien, énergie fossiles et en temps de travail comparé à l'agriculture de conservation particulièrement en semis direct et non labour (Bourarach, 1989; Dycker et Bourarach, 1992). Toutefois, généralement, ni l'énergie et ni le temps ne sont disponibles pour mener à bien les importantes opérations de travail du sol nécessaires. Le semis direct ou non labour ne demande qu'un passage pour le semis comparé à une ou plusieurs façons culturales en plus du semis en méthode traditionnelle.
Les avantages du changement au semis direct font plus que compenser le supplément de coût de la protection des cultures. Ces avantages sont: une augmentation de la surface exploitée, une suppression des coûts des labours et des façons superficielles, et une économie du temps du carburant, de la main d'oeuvre et des charges d'équipements.
Les systèmes en semis direct, consomment beaucoup moins de main d'oeuvre que les systèmes avec labour. En d'autres termes, le semis direct offre donc une très forte économie de main d'oeuvre par rapport au labour, justement sur les opérations les plus pénibles du calendrier cultural, à savoir, les travaux du sol. Ainsi, les coûts de production sont systématiquement plus faibles avec semis direct, grâce à la très forte réduction de main d'oeuvre qu'avec labour. Ces économies compensent normalement le coût supplémentaire des méthodes de conservation (application d'herbicides et matériel de semis direct).
Le semis direct permet, en plus d'une production de bonne qualité due à des conditions favorables au moment du remplissage des grains de céréales, une réduction de l'investissement et donc une plus grande efficience d'utilisation des intrants (semences sélectionnées, pesticides, engrais).
Dans la plupart des situations, le semis direct réduit les temps de travaux et leur pénibilité et entraîne une nouvelle répartition du travail au cours du temps qui écrête les pointes de travail. D'autres retombées positives découlent de l'économie du temps , notamment la possibilité de choix d'une humidité optimale et donc meilleure qualité du lit de semences et coût de production plus faible.
Dans un essai de long-terme sur l'influence des séquences de travail du sol sur les paramètres techniques, Dycker et Bourarach (1992) ont montré que dans un sol limono-sableux, l'installation d'une céréale d'automne en semis direct requiert 3.2 litres ha-1, alors que les trains techniques utilisant le chisel suivi d'une herse combinée, le

pulvériseur à disque lourd et le cultivateur rotatif consomment respectivement 20.3, 17.6 et 19.9 litres ha-1.
D'après des analyses économiques sommaires effectuées dans une exploitation agricole (cf. Tableau 7), la rentabilité économique explique l'engouement de l'agriculteur. Les produits sont supérieurs en semis direct sur mulch de blé (rendements plus élevés), d'où une marge bénéficiaire bien supérieure (Tableau 10). Sur quatre ans, l'agriculteur a gagné en moyenne 4912 dirhams par hectare en pratiquant le semis direct, par contre le gain n'était que de 950 dirhams par hectare avec le labour.
Tableau 10: Rendement du blé (grain Rg et paille Rp, qx/ha), charges Ch (Dh/ha) et marges bénéficiaires brutes Mb (Dh/ha) en fonction du type de travail du sol pour un agriculteur de la Chaouia (Données non publiées).

Année	Semis direct				Travail conventionnel			
	Rg	Rp	Ch	Mb	Rg	Rp	Ch	Mb
1997-98	30	17	1600	7000	19	13	1900	3750
1998-99	33	14	1600	7550	10	09	1900	1200
1999-00	12	08	1600	2150	00	00	1700	-1700
2000-01	14	11	1600	2950	08	05	1900	550
Moyenne	22	13	1600	4912	09	07	1850	950

Dh = dirhams marocains

LES LIMITES DE LA TECHNIQUE DU SEMIS DIRECT

Si le système de semis direct présente de nombreux avantages agronomiques, économiques, environnementaux et sociaux, comme nous venons de le voir, les conditions de sa faisabilité en milieu agricole peuvent constituer un frein à son adoption. En effet, à partir du moment où un nouveau milieu est exploité, des problèmes nouveaux apparaissent, mais pour lequels les solutions techniques ont été déjà developpées, mais il reste à adapter au mieux ces solutions aux contextes réelles des exploitations agricoles.
Le zéro-labour est une technique qui nécessite des ajustements au niveau des pratiques agricoles. Il requiert dans la plupart des cas, l'acquisition de nouveaux équipements et/ou l'achat d'intrants comme les herbicides. Les besoins en nouvelles machines (semoirs) imposent un investissement qui mérite d'être justifié en conditions d'insécurité climatique. Le coût de ce type de semoir est élevé par rapport à celui d'un semoir conventionnel, s'il est importé. Hormis leur coût, le problème de ces semoirs est leur spécificité à un type de graine. C'est ainsi que les agriculteurs nord-africains auront besoin normalement de deux semoirs pour la rotation maïs-blé.
En semis direct, la suppression du travail du sol nécessite une utilisation renforcée des herbicides, donc un coût plus élevé, et surtout, une bonne connaissance des produits et de leur utilisation. Cette maîtrise de la lutte chimique n'est pas acquise par tous les agriculteurs, et les parcelles en semis direct peuvent être fréquemment envahies par les adventices.
La validité de l'hypothèse disant que les performances des herbicides doivent remplacer les labours (El-Brahli et al., 1997) est un autre obstacle à la généralisation du semis direct en Afrique du Nord Ceci reste au coeur du débat parmi les futurs utilisateurs du système de semis direct.
Le manque d'eau réduira l'infestation en mauvaises herbes mais aussi affectera les propriétés des herbicides. L'application de ces intrants en conditions de sécheresse reste donc à étudier.
Les activités d'élevage constituent une contrainte souvent mentionnée à l'adoption des systèmes de semis direct. Une analyse à l'échelle des systèmes de production s'avère donc nécessaire.
Certains aspects du semis direct sur couverture végétale affectent les systèmes d'élevage, et peuvent être un frein à sa diffusion. La permanence du paillis en surface peut être remise en cause dans les régions à vocation élevage-patûrage. En effet, les systèmes de semis direct impliquent l'utilisation de résidus de culture, non pas comme fourrages, mais comme couverture. Ainsi, les parcelles ne peuvent pas être pâturées après la récolte des grains, ce qui pose un problème essentiel pour les sociétés où les

systèmes d'élevage reposent sur le pâturage. Ce problème concerne tous les types d'exploitation agricole, même les agriculteurs qui n'ont pas de troupeaux. En effet, ces derniers peuvent vendre ce droit de pâturage aux autres, ce qui représente des entrées d'argent non négligeables pour les petites structures.
Ainsi, les systèmes de semis direct peuvent être difficiles à adopter lorsqu'il y a une grande pression du bétail sur les résidus de récolte. Cela a une importance particulière dans les secteurs semi-arides où la subsistance repose sur la production de grains et sur le bétail. Dans ces secteurs particulièrement, l'amélioration et la gestion des pâturages doivent être considérés et intégrés aux pratiques de semis direct .
Cette situation peut expliquer pourquoi le semis direct n' est encore qu'au stade expérimental au Maroc et en Tunisie et non encore connu dans les autres pays.
Pour réaliser des transferts importants du semis direct en milieu agricole, il faut que les activités d'élevage et de culture soient au contraire très complémentaires et non compétitives. La compétition avec le bétail peut être contournée avec l'augmentation de la biomasse et de la production de grains qui sont possibles en semis direct.
L'accès aux connaissances et aux équipements et intrants appropriés est un autre problème-clé pour assurer l'adoption du semis direct. L'utilisation sûre de produits chimiques est critique, surtout pour des petits agriculteurs. Le secteur public et des organisations non gouvernementales doivent favoriser l'accès à la connaissance par la formation spécifique et pratique des agriculteurs. Des instances techniques de haut niveau sont aussi nécessaires pour soutenir la prolifération et l'extension du semis direct dans le long terme.
Sous semis direct, il est souvent mentionné que les résidus de récolte peuvent augmenter les risques phytosanitaires en monoculture, mais rien que la diversification des cultures peut réduire ces risques de maladies.
L'adoption des systèmes de semis direct peut aussi se heurter à des résistances culturelles et historiques dues à une très ancienne pratique du labour et à l'accoutumance au pâturage des chaumes en été (Mrabet, 2001d).
L'adoption du semis direct peut aussi être retardée par beaucoup de facteurs sociaux et surtout les droits sur la terre et les pratiques agraires usuels. Les droits d'utilisation de la terre sont des fois peu durables et l'investissement n'est pas encouragé (Nassif, 2001). En Afrique du Nord, les politiques et stratégies de développement économique sont souvent pro-urbaines qui ne présentent pas d'infrastructures rurales adéquates aux changements technologiques.
Ainsi, l'introduction des pratiques de semis direct doit prendre ces facteurs en considération et se concentrer d'abord dans des secteurs où ces contraintes ne sont pas les premiers facteurs de limitation, et où les solutions peuvent être facilement trouvées sur le long terme.

PERSPECTIVES D'APPLICATION DU SEMIS DIRECT DANS LE CONTEXTE DE L'AFRIQUE DU NORD

Le système de semis direct améliore les processus chimiques, physiques, microclimatiques et biochimiques dans le sol, aide à la fixation d'une agriculture durable et optimise la gestion des ressources dans l'exploitation agricole. En effet, les longues années de recherches/développement au Maroc et à travers le monde, nous évitent de reposer la question: Pour ou contre le semis direct? mais plutôt de poser la question: comment placer le semis direct dans les meilleures conditions de réussite?. En fait, le semis direct est probablement le paradigme le plus complet qui ait été construit à ce jour pour le développement d'une agriculture durable, préservatrice de l'environnement, gérée au plus près du "biologique".
Pour surmonter les obstacles de l'adoption du semis direct en Afrique du Nord, il faut hiérarchiser les difficultés aussi bien techniques, sociales qu'institutionnelles. C'est ce que doit être le prochain cadre de travail (recherche-action) pour la promotion et la diffusion du semis direct en milieu réel. Pour remédier à ces obstacles, le secteur public avec toutes ses composantes, doit intervenir. Malgré ceci, les motivations socioéconomiques et agronomiques sont en faveur du semis direct pour les zones semi-arides nord-africaines.

Parmi les options présentés par Dixon et al. (2001) pour faire revivre l'agriculture nord-africaine, les systèmes de travail minimum du sol avec maintien d'un couvert végétal ont été suggérés. La même conclusion a été rapportée par Lal (2000) pour restaurer l'agriculture des pays en développement. En effet, en plus du Maroc, dans les deux autres pays du Maghreb, il y a une prise de conscience récente de l'intérêt du semis direct pour leur agriculture et environnement (Mrabet et al., 2001b). La fixation d'une agriculture de conservation dans ces pays doit être à travers le développement du semis direct.

L'adaptation et le transfert du semis direct sur couverture végétale dans les pays de l'Afrique du Nord ouvrent des perspectives nouvelles pour concilier l'accroissement de la production, garante d'une sécurité alimentaire, et la protection de l'environnement. En plus, la pression anthropozoïque sur les ressources en sol exige de changer de pratiques agricoles vers celles conservatrices (et spécialement le semis direct).

Les systèmes de semis direct permettent de préserver totalement l'environnement et d'améliorer la capacité de production du patrimoine sol, à court, moyen et long termes, avec beaucoup moins de travail à l'hectare, une grande simplification des travaux agricoles, tout en ayant une flexibilité accrûe dans leur exécution et une bien moindre pénibilité.

Par la suppression des travaux de préparation du sol avant semis, et notamment le labour, le semis direct donne aux agriculteurs nord-africains plus de souplesse dans la gestion de l'installation des cultures. En effet, la préparation du sol constitue le chantier le plus long dans une campagne agricole. Il est aussi dépendant des conditions climatiques qui peuvent retarder sa réalisation. On peut citer de plus les cas où les agriculteurs attendent la disponibilité d'un équipement en location pour labourer, alors qu'ils peuvent effectuer un semis direct.

Dans chacun des pays nord-africains, les caractéristiques climatiques et pédologiques, mais aussi les moyens et les pratiques des exploitants doivent être pris en compte. En effet, la recherche doit s'orienter vers la diversification des systèmes de culture à base de semis direct qui valorisent la biomasse de manière plus efficace dont l'introduction de légumineuses en rotation, l'utilisation des engrais vers ou cultures de couverture là où les conditions climatiques le permettent et l'amélioration des systèmes fourragers durant la saison sèche. Cette diversification devrait permettre une meilleure adaptation de ces systèmes aux situations pédo-climatiques et aux conditions socioéconomiques des agriculteurs.

La promotion du semis direct en Afrique du nord permet l'augmentation de la productivité des sols, des perspectives de diversification et des profits accrus pour l'agriculture de subsistante comme pour l'agriculture commerciale. Toutefois, au-delà de la préservation des sols, de l'eau, de la fertilité, et de l'augmentation régulière de la productivité dans un environnement protégé, le système de semis direct est un facteur déterminant pour l'établissement d'un nouveau profil de l'agriculture en Afrique du Nord, la rendant plus apte à affronter les défis économiques et techniques, caractérisée par la globalisation des marchés et de la connaissance.

Pour une adoption plus large du semis direct en Afrique du Nord, les agriculteurs ont besoin d'une connaissance claire pratique et sûre, adaptée et accessible. Pour ce faire, les agriculteurs doivent être associées aux travaux de recherchedéveloppement et ont besoin de la coopération des entreprises publiques. Ils auront besoin d'information, d'éducation et de soutiens qui peuvent être apportées à travers les échanges avec des spécialistes et plus tard entre agriculteurs. Ils auront aussi besoin de soutien financier pour acheter des équipements spécifiques et les intrants à travers des crédits et subventions.

Les agriculteurs nord-africains, à cause du niveau faible d'éducation, ont besoin d'un accompagnement permanent dés le début d'une démarche d'adoption des techniques de semis direct. Beaucoup de changements auront lieu (techniques, sociales, économiques, …) et doivent être bien suivis par l'agriculteur. L'appui le plus efficace consiste en des échanges entre agriculteurs par le biais d'associations, de coopératives agricoles ou de réseaux. Ces organisations d'agriculteurs sont la clef pour l'adoption, la formation, l'information et l'innovation. Ils sont aussi le seul moyen pour des agriculteurs

d'être entendu et associés au développement de la technologie. Il sera donc indispensable d'impliquer complètement les agriculteurs et leurs organisations professionnelles dans l'acquisition des références et le transfert du système semis direct.
Il y a un besoin urgent au changement de paradigme pour soutenir les systèmes de semis direct qui sont durables, compétitifs et profitables. Il y a une grande opportunité d'implanter ces techniques en Afrique du Nord. Les changements doivent aussi avoir lieu dans les mentalités et dans la politique où les pratiques conventionnelles sont fortement contestées, mais pas discutées, ni découragées.
Toutes les institutions agricoles sont responsables du succès ou de l'échec de l'adoption du semis direct. Elles doivent faire les efforts nécessaires pour s'adapter et changer leur avis. Les agriculteurs doivent profiter de toutes les synergies et doivent recevoir l'appui technique et financier afin de minimiser les risques qu'ils prennent en changeant leur système de production.
Les avantages associés au semis direct seront la garantie d'une acceptabilité et d'une diffusion rapide de cette technologie au Maroc et en Afrique du Nord. Ce système permettra la naissance d'une nouvelle révolution agraire comme c'était le cas en Brésil, en Argentine et dans d'autres pays en développement.

CONCLUSION ET SYNTHESE GENERALE

Les avantages agronomiques et technico-économiques du semis direct par rapport au travail du sol sont considérables. C'est une approche de gestion du sol qui cherche à limiter les dégâts causés à la composition, à la structure et à la biodiversité naturelle des sols
Bien que des efforts très visibles aient été faits au cours des dernières années au Maroc et en Tunisie en matière de semis direct, les institutions publiques en Afrique du nord devront tout mettre en oeuvre pour poursuivre et même accélérer la pénétration de ces pratiques.
L'adoption des systèmes de semis direct en Afrique du Nord peut être retardée par un contexte défavorable: manque d'associations d'agriculteurs, compétition avec le bétail dans l'utilisation des résidus de récolte; accès réduit aux intrants de qualité et aux équipements; manque de connaissance; appui insuffisant de la part des institutions en raison d'un manque de connaissances sur le semis direct ; droits et pratiques agraires usuels; droits d'utilisation de la terre peu durables; politiques inopportunes qui favorisent les pratiques conventionnelles, politiques trop pro-urbaines; infrastructures rurales inadéquates et manque d'accès aux marchés.
En plus des conditions climatiques, les modalités de mise en oeuvre des systèmes de semis direct et les conditions de leur adoption en milieu agricole dépendent du contexte socio-économique où ils s'appliquent. En effet, les conditions socioéconomiques constituent bien souvent un frein à leur adoption par les agriculteurs. Il est nécessaire de réaliser une analyse à l'échelle des unités de production en considérant en simultanée les avantages agronomiques visés, la possibilité d'intégration du semis direct au sein des systèmes d'exploit ation (équipement, main d'oeuvre, intrants, élevage) et la faisabilité économique.
Certaines contraintes à l'adoption des systèmes de semis direct se situent également au niveau du fonctionnement des systèmes agraires (gestion du foncier, relations agriculture-élevage, pâturage).
Il est donc clair de cette revue de l'état des lieux que le semis direct est un système qui provoque un changement radical dans les systèmes de production. C'est une pratique agricole conservatrice qui permet d'améliorer les rendements des cultures à travers une meilleure utilisation de l'eau.
Le travail du sol et particulièrement le semis direct est un champ de recherche très négligé en Afrique du Nord. En effet, à part les recherches effectuées au Maroc, les études sur le semis direct sont très éparses et fragmentaires. Par conséquent, il est nécessaire de renforcer les systèmes de la recherche agronomique en vue de couvrir l'ensemble des écosystèmes nord-africains. Les priorités peuvent être données aux recherches sur les systèmes de travail du sol dans tous les aspects (techniques, fondamentaux, économiques, environnementaux…).

Il y a un besoin urgent à globaliser les connaissances en semis direct, par des approches interdisciplinaires scientifiques, sociales, politiques et économiques et à explorer les occasions d'assurer la diffusion de ces connaissances. Par ailleurs, les volontés publiques, politiques doivent accompagner les résultats de recherche qui ont montré les grandes perspectives dans l'utilisation généralisée des systèmes de semis direct au Maroc et conséquemment en Afrique du Nord. Les Etats devront trouver des mécanismes de soutien financier à l'introduction, au développement et à la viabilité des systèmes de semis direct.

Le semis direct n'est sans doute pas la panacée, mais il représente un espoir sérieux pour beaucoup de petits agriculteurs et pour l'agriculture nord-africaine en général. Il y a un besoin urgent de développer le semis direct dans cette partie importante de la méditerranée et de l'Afrique. Cependant, le transfert de technologie doit être soigneusement conçu pour éviter des échecs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aboudrare A. et A A. El Qortobi 2001. Le semis direct dans les zones favorables Marocaines (région de Meknès). Actes des 1ères journées de Rencontres Méditerranéennes sur le Semis Direct. Mrabet et al. (eds). Settat, 22-23 Octobre 2001.

Baker, C.J., K.E. Saxton, and W.R. Ritchie. 1996. No-tillage seeding: science and practice. CAB International, UK. 258p.

Benites, J., E. Chuma, R. Fowler, J. Kienzle, K. Molapong, J. Manu, I. Nyagumbo, K. Steiner, and R. van Veenhuizen. 1998. Conservation tillage for sustainable agriculture. Proceedings of International Workshop. Harare, Zimbabwe, June 22-27, 1998.

Bessam, F. and R. Mrabet. 2001. Time influence of no tillage on organic matter and its quality of a vertic Calcixeroll in a semiarid area of Morocco. Garcia-Torres et al. (eds). In: proceedings of International Congress on Conservation Agriculture. Madrid, Spain. October 1-5, 2001. Vol. 2. pp 281-286.

Bourarach, H.E. 1989. Mécanisation du travail du sol en céréaliculture pluviale :performances techniques et aspects économiques dans une région semi-aride au Maroc. Thèse es-Sciences Agronomiques, IAV Hassan II, Rabat.

Bourarach, H.E. et M. Oussible. 1995. Management du sol en milieux arides et semi-arides. In: El-Gharous M et al. (eds.), Proceedings of the International Dryland Agriculture Conference. May 1994, Rabat, Morocco. pp. 74-82.

Bourarach, E.H., A. Bouzza, et A. Nousfi. 1998. Développement d'un système d'enterrage de semoir direct pour le travail en sol séc. Hommes Terre & Eaux 28(109):5-10.

Bouzza, A. 1990. Water conservation in wheat rotations under several management and tillage systems in semi-arid areas. Ph.D. Diss. University of Nebraska, Lincoln, USA. 200p.

Bouzza, A. 1992. Conservation tillage in cereal production systems in Morocco: A future perspective. In: Bourarach, E.H., Oussible, M., Bouaziz, A., El Himdy, B. (Eds.). Proceedings of international seminar on tillage in arid and semiarid areas. April 1992. Rabat, Morocco. pp. 248.

CPVQ, 2000. Principales composantes d'un semoir adapté aux pratiques de conservation. In. Guide des pratiques de conservation en grandes culture. Lamarre, G. et D. Massicette (eds). 10p.

Dahane D. 1992. Comparaison de trois semoirs commerciaux et un semoir expérimental. Mémoire de 3ème cycle Agronomie. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

Derpsch, R. 1999. Historical review of no-tillage cultivation of crops. Proceedings, First JIRCAS Seminar on soybean research, March 5-6, 1998, Foz do Iguaçu, Brazil, JIRCAS Working Report. N°13: 1-18.

Derpsch, R. 2001. Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In. Proceedings of I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid 1-5, October. Garcia-Torres et al. (edts). Vol 1:161-170.

Dixon, J., A. Gulliver, and D. Gibbon. 2001. Global farming systems study: challenges and priorities to 2030. Synthesis and global overview. Chapter 4: Middle East and North Africa Region. pp: 27-32. FAO Rome, Italy.

Dycker, J. and E.H. Bourarach. 1992. Energy requirements and performances of different soil tillage systems in the Gharb and Zaër regions. In: Bourarach, E.H., Oussible, M., Bouaziz, A., El Himdy, B. (Eds.). Proceedings of international seminar on tillage in arid and semiarid areas. April 1992. Rabat, Morocco. pp. 373-390.

Le semis direct : potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord

ECAF, 1999. Agriculture durable et conservation des sols : Enjeux et perspectives en Europe. 23p.
El-Brahli. A., A. Bouzza, et R. Mrabet. 1997. Stratégie de lutte contre les mauvaises herbes dans plusieurs rotations céréalières en conditions de labour et de non labour. Rapport d'activité 96-97. INRA Centre Aridoculture Settat, Maroc.
El-Brahli, A. et R. Mrabet. 2000. La jachère Chimique: Pour relancer la céréaliculture nonirriguée en milieu semi-aride Marocain. Actes de la Journée Nationale sur le Désherbage des Céréales. Centre Aridoculture Settat 23 Novembre 2000. Association Marocaine de Malherbologie. pp: 133-145.
El-Brahli, A., R. Mrabet, et A. Bahri. 2000. Potentialités et conditions d'adaptation de la rotation triennale dans les zones semi-arides. Rapport Projet FAO-DAF, Ministère de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes. 40p.
El-Brahli, A, A. Bahri, et R. Mrabet. 2001. Résultats des essais d'introduction des techniques de conservation de l'eau chez les agriculteurs dans la région de la Chaouia (Maroc). Actes des 1ères journées de Rencontres Méditerranéennes sur le Semis Direct. Mrabet et al. (eds). Settat, 22-23 Octobre 2001.
FAO, 2001. Conservation agriculture: case studies in Latin America and Africa. FAO Soils Bulletin 78, 69p.
Fowler, D.B. 1995. Seeding equipment. In: Winter Wheat Production Manual. Published by Ducks Unlimited Canada and CPS Conservation Production Systems Ltd., Saskatchewan, Canada. pp: 661-621.
Greb, B.W. 1979. Technology and wheat yields in the central Great Plains: Commercial advances. J. Soil Water Conservation. 34:269-273.
Griesbach, J.C. 1993. The present state of soil resources in the Mediterranean countries. In. Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 1. Etat de l'agriculture en Méditerranée. pp. 9-22.
Halitim, A. 1988. Sols des régions arides d'Algérie. Office des publications universitaire, Alger. 384p.
IPCC, 1995. Climate change 1995. Working group 1. IPCC, Cambridge: Cambridge University Press, NY.
Kacemi, M. 1992. Water conservation, crop rotations and tillage systems in semi-arid Morocco. Ph.D. Dissertation. Colorado State University. Fort Collins, CO. USA. 200p.
Kacemi, M., G.A. Peterson, and R. Mrabet. 1995. Water conservation, wheat-crop rotations and conservation tillage systems in a turbulent Moroccan semi-arid agriculture. In: El-Gharous M et al. (eds.), Proceedings of the International Dryland Agriculture Conference. May 1994, Rabat, Morocco. pp. 83-91.
Karmouni, A. 1988. Problèmes de l'érosion hydrique au Maroc: Importance des phénomènes et Causes. In: Séminaire National sur l'aménagement des bassin versants. 18-23 Janvier 1988. PNUD/FAO. pp. 1-13.
Kassam, A.H. 1981. Climate, soil and land resources in West Asia and North Africa. Plant Soil. 58:1-28.
Lahlou, S. and R. Mrabet. 2001. Tillage Influence on Aggregate Stability of A Calcixeroll Soil in Semiarid Morocco. Garcia-Torres et al. (eds). In: Proceedings of International Congress on Conservation Agriculture. Madrid, Spain. October 1-5, 2001. Vol. 2:249-254.
Lal, R., J. Kimble, E. Levine, and C. Whitman. 1995. World soils and greenhouse effect: An overview. In: R. Lal, J. Kimble, E. Levine and B.A. Stewart (ed.). Soils and global change. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, MI., USA. pp.1-7.
Lal, R. 1999. Soil management and restoration for C sequestration to mitigate the accelerated greenhouse effect. Progress in Env. Sc. 4: 307-326.
Le semis direct : potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord
Lal, R. 2000. Soil management in the developing countries. Soil Science. 165(1) :57-72.
Lamarca, C.C. 2000. Les fondements d'une agriculture durable. PANAM 317p.
Merzouk, A. 1985. Relative erodability of nine selected Moroccan soils as related to their physical, chemical and mineralogical properties. PhD Thesis, University of Minnesota, Saint Paul, MN, USA. 124p.
Mrabet, R. 1993. Revue bibliographique sur les systèmes de labour de conservation de l'eau et leurs effets sur le système sol-plante. Al Awamia 80:3-38.
Mrabet, R., A. Bouzza, and G.A. Peterson. 1993. Potential reduction of soil erosion in Morocco using no-till systems. Agronomy Abstract, American Soc. Agronomy, Madison, WI, USA. p. 323.
Mrabet, R. 1997. Crop residue management and tillage systems for water conservation in a semi-arid area of Morocco. Ph.D. Diss. Colorado State University, Fort Collins, CO. USA. 209p.
Mrabet, R. 2000a. Differential response of wheat to tillage management systems under continuous cropping in a semiarid area of Morocco. Field Crops Research 66(2): 165-174.
Mrabet, R. 2000b. Long-term No-tillage influence on soil quality and wheat production in semiarid Morocco. In: Morison, J.E. (Ed.) Proceedings of 15th ISTRO Conference Tillage at the Threshold of the 21st Century: Looking Ahead, Fort Worth, Texas USA

July 2-7, 2000.
Mrabet, R. 2001a. Le Semis Direct: Une technologie avancée pour une Agriculture durable au Maroc. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture MADREF-DERD. Nº 76, 4p. http://agriculture.ovh.org.
Mrabet, R. 2001b. Le Système de Semis Direct: Pour Une Agriculture Marocaine Durable et Respectueuse de l'Environnement. Actes de la conférence de l'Association Marocaine des Agro-Economistes AMAECO «Les aléas climatiques et politiques agricoles » Rabat, 24-25 Mai, 2001 (à paraître).
Mrabet, R. 2001c. No-tillage Farming: Renewing Harmony Between Soils and Crops in Semiarid Morocco. Third International Conference on Land Degradation (ICLD3) and Meeting of the IUSS Subcommission C – Soil and Water Conservation. Rio de Janeiro, Brazil, September 17-21, 2001. http://www.cnps.embrapa.br/icld3.
Mrabet, R. 2001d. No-Tillage System: Research Findings, Needed Developments and Future Challenges for Moroccan Dryland Agriculture. In proceedings of International Congress on Conservation Agriculture. Garcia-Torres et al. (eds). Madrid, Spain. October 1-5, 2001. p:737-741.
Mrabet, R., N. Saber, A. El-Brahli, S. Lahlou, and F. Bessam. 2001a. Total, Particulate Organic Matter and Structural Stability of a Calcixeroll soil under different wheat rotations and tillage systems in a semiarid area of Morocco. Soil & Tillage Research 57:225-235.
Mrabet, R., B. Vadon, et A. Ait Lhaj. 2001b. Le semis direct en Méditerranée. Actes des résumés des premières journées de rencontres sur le semis direct en Méditerranée. Centre Régional de la Recherche Agronomique, Settat, Maroc, 22-23 Octobre 2001. 31p.
Mrabet, R., K. Ibno-Namr, F. Bessam, and N. Saber. 2001. Soil chemical quality changes and implications for fertilizer management after 11 years of no-tillage wheat production systems in semiarid Morocco. Land Degradation & Development. 12:505-517.
Nassif, F. 2001. Semis direct et environnement socio-économique dans les zones arides et semi-arides au Maroc. Actes des 1ères journées de Rencontres Méditerranéennes sur le Semis Direct. Mrabet et al. (eds). Settat, 22-23 Octobre 2001.
Le semis direct : potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord
Pavei, J.N. 1998. Le semis direct sur couverture végetale: un moyen de parvenir à une agriculture durable. Rasolo, F. et M. Raunet (eds). In : Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Actes de l'atelier international, Antsirabe, Madagascar, 23-28 Mars 1998. CIRAD, collection Colloques, Montpelier, pp :503-507.
Pieri, C. et K.G. Steiner. 1997. L'importance de la fertilité du sol pour l'agriculture durable – le cas particulier de l'Afrique. Agriculture & Développement Rural. 1 :23-26.
Raunet, M., L. Séguy, et C. Fovet-Rabot. 1999. Semis direct sur couverture végétale permanente du sol: de la technique au concept. Rasolo, F. et M. Raunet (eds). In : Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Actes de l'atelier international, Antsirabe, Madagascar, 23-28 Mars 1998. CIRAD, collection Colloques, Montpelier, pp :41-52.
Reicosky, D C. 1996. Tillage as a mechanism for CO2 emission from soils. In: Proceedings of International Symposium on Soil Source and Sink of Greenhouse Gases. 14-20 September, 1995. Nanjing, China.
Reicosky, D.C. 2001. Conservation agriculture: Global environmental benefits of soil carbon management. Garcia-Torres et al. (edts). In: Proceedings of I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid 1-5, October. Vol 1:3-12.
Sandretto, C. 2001. Conservation tillage firmly planted in US agriculture. Agricultural Outlook, March 2001, 5-6.
Séguy, L. et S. Bouzinac. 1999. Quelles recherches thématiques pour aborder la modélisation du fonctionnement comparé entre des systèmes de culture avec travail mécanique du sol et des systèmes en semis direct sur couverture mortes ou vivantes ? Rasolo, F. et M. Raunet (eds). In : Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Actes de l'atelier international, Antsirabe, Madagascar, 23-28 Mars 1998. CIRAD, collection Colloques, Montpelier, pp :495-502.
Steiner, K. 1998. Conserving natural resources and enhancing food security by adopting No-Tillage. An Assessment of the potential for soil-conserving production systems in various agro-ecological zones of Africa. GTZ Eschborn, Tropical Ecology Support Program, T B publication number: T B F-5/e, 53pp.
.

American Journal of Plant Sciences, 2011, 2, 202-216
doi:10.4236/ajps.2011.22022 Published Online June 2011 (http://www.SciRP.org/journal/ajps)
Copyright © 2011 SciRes. AJPS
Effects of Residue Management and Cropping Systems on Wheat Yield Stability in a Semiarid Mediterranean Clay Soil

Rachid Mrabet
Institut National de la Recherche AgroNomique (INRA), Regional Agricultural Research Centre of Tangier, Tangier, Morocco.
Email: rachidmrabet@gmail.com
Received February 11th, 2011; revised April 4th, 2011; accepted April 10th, 2011.
ABSTRACT
Agriculture is the single biggest user of land and water in Morocco; however its performances are still low due to high rainfall variation and rates of soil productivity depletion. Increasing concerns about soil and environment quality deg-radation have raised the need to review existing tillage management systems and develop new systems for seed-bed preparation. Consequently, No-tillage is found a promising practice of soil management to improve simultaneously soil quality and wheat production in semiarid Morocco. However, residue management under No-tillage was not yet studied in conjunction with wheat rotation. Therefore, a field study was conducted in the semiarid Chaouia Plain of Morocco during the period from 1994 to 2003, in order to evaluate the impacts of different tillage practices (conventional tillage (CT), No-tillage (NT)); No-tillage wheat residue management scenarios (total NTr, partial NTp and No-removal of residues NTm) and crop rotations (continuous wheat (CW), Wheat-Fallow (WF), Wheat-Maize-Fallow (WMF), Wheat-Lentil-Fallow (WLF) and Wheat-Barley-Fallow (WBF)) on wheat production. Over-years, conventional tillage system permitted lower yield of wheat while NT maintenance of crop residue at the surface is needed to increase it. Ba-sically, NTp could be adopted in mixed crop-livestock systems of semiarid areas for the purpose of guarantying grain and feed. Wheat yields were the lowest under continuous wheat for all years. Wheat-fallow rotation is an important option in dry years or areas, while wheat-fallow-lentil or barley rotations are recommended in better environments. Stability analysis indicated that yields in the No-tillage system were less influenced by adverse growing conditions than conventional tillage system, particularly under low rainfall. These results indicate that improved soil quality under No-tillage enhanced wheat yield stability by reducing the impact of adverse growing conditions.
Keywords: No-Tillage, Residue Management, Wheat, Cropping System, Stability Analysis, Morocco
1. Introduction
In the Mediterranean basin, water is the most limiting factor. In fact, agriculture triggers drought, soil degrada-tion and erosion processes [1]. Crop mis-intensification, conventional tillage and over-grazing characterize agri-cultural systems. These typical agricultural practices as-sure some production and income in wet years, but low average yields and low moisture utilization efficiency in dry years. Moreover, current practices suffer from high year-to-year variations in income and extreme fluctua-tions in production with very little biomass and nutrient returned to the soil and little protection provided from endemic water and wind erosion. The population growth in Morocco resulted in increased reliance upon continu-
ous cropping rather than conservation cropping systems [2]. In fact, continuous wheat occupies 30% of arable lands, even though it is a permanently stressed environ-ment [3].
Soil degradation is both a cause and consequence of the poor economical development and social environ-ment in the country. Consequently, farming systems need to be adjusted to face a range of challenges, especially water shortage and scarcity and low fertility soils [4]. Morocco's agriculture should experience a shift based upon conservation and intensification. In the other side, world-wide and in the Mediterranean basin, No-tillage systems are among the top technologies to mitigate drought, reduce tillage costs, conserve soil and water, increase soil organic carbon pools, boost crop productiv-ity and reduce net CO2 emissions, which contribute to global warming attenuation [5-7]. Hence, under these

environmental and weather conditions, to increase the yield stability in cereal crops represents an important objective for agricultural progress.
Winter cereals have shown better adaptability to No- tillage techniques than other crops [8-13]. In Morocco, early No-tillage research, which started in 1983, showed superiority of No-tillage grain production compared to conventional tillage production [14,15]. It was also found that No-till soil conditions favour more vigorous and healthier plants that are resilient to various types of stress (either biotic or edaphic) [16]. A new soil ecosystem is created with adoption of No-tillage systems characterized mainly by higher sequestration of carbon, better aggrega-tion and improved availability of essential elements to crops (nitrogen, phosphorus and potassium) [17,18].
Crop residues left on the surface under zero-tillage protect the soil surface from water and wind erosion and from the sun's radiation, propitiating soil biological ac-tivity and bio-diversity, while improving nutrient effi-ciency, water economy and soil structure. Consequently, the best practice is to leave a fraction of crop residues in the field, where they serve as soil cover and organic amendment. For achieving sustainable mixed agricultural systems, crop residue should be managed to simultane-ously increase water availability and satisfy soil quality and productivity

requirement as well as livestock fodder.

Global climate change scenarios predict that variation in precipitation patterns will increase in Morocco result-ing in frequent extreme events (drought and flood) [19]. For the transition and then the shifting from intensive to No-tillage systems, enhanced yield stability is of para-mount importance for sustainable agriculture [20,21]. In addition, according to [22], a Non-decreasing trend in yield is necessary to call a system sustainable. Hence, the main objectives of this study are 1) to reduce dependence on tillage, while increasing the use of precipitation dur-ing the wheat growth through residue management, 2) to propose appropriate cropping system for semiarid farm-ers of Morocco and 3) to check on yield stability due to crop management strategies vis-à-vis changing climate and environmental contexts.

2. Materials and Methods

2.1. Site Description

A long-term field experiment was established at Sidi El Aydi experimental station to compare the sustainability of a range of rotation, tillage and stubble management systems on a clay soil. This research site is located at the Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) (33°00'N, 09°22'W, elevation 230 m a.s.l.) situated 45 km South of Casablanca, Morocco. The region, named Chaouia, is the major cereal production in the country.

This experiment was set up from 1994 to 2003, with the same treatments applied to the same plot year after year. Precipitation was measured with a standard rain gauge adjacent to the plots. The major characteristics of the soil are given in Table 1. The soil of the experimen-tal area is classified as Vertic Calcixeroll with little or No slope, representing the major soil in the region. It is characterized by cracking-swelling properties [16].

Long-term wheat growing season rainfall (1967-2003) at Sidi El Aydi averages 308.9 mm, ranging from 113.5 mm to 740 mm, with about 53.5% received between November and January (Table 2). Maximum tempera-tures can reach up to 34.4°C in July, while minimum temperatures can drop to 6°C in January. Summers are hot and dry, whereas winters are cold and moist (Table 3).

2.2. Experimental Design and Treatments

Prior to the experiment commencement in 1994, the site had a long history of continuous wheat cropping using conventional tillage. The experimental design was a two-factorial split-plot design with three replicates. Large plots were 6 m wide and 20 m long, while sub-plots are 3 m wide and 20 m long. Large plots corresponded to rota-

Table 1. Selected soil properties of the test site at the start of the experiment for 0 to 200 mm depth.

Property	Value
Sand (%)	21
Silt (%)	28
Clay (%)	51
Quartz (%)	66.8
Montmorillonite (%)	29.9
Albite (%)	3.3
Calcium carbonate (%)	15
Organic carbon (%)	1.40
pH (1:2 soil:water)	8.2
Cation Exchange Capacity (meq·l–1)	50
Exchangeable bases (mg·kg–1)	
• K	319
• Na	154
• Ca	8040

• Mg
351
Dry bulk density (g·cm–3)
1.28
Soil moisture at 1/3 bar (cm3·cm–3)
0.39
Soil moisture at 15 bars (cm3·cm–3)
0.20
Copyright © 2011 SciRes. AJPS

Copyright © 2011 SciRes. AJPS

Table 2. Wheat growing season monthly rainfall for the study period (1994-2003) and for the long-term records (1967-2003).

Rainfall (mm)											
Month	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	Average	Long-term Averagea
November	33	43.2	37	76.9	0	36	13.4	16.3	189.1	49.4	49.2
December	0	74.2	231.8	103.5	68.1	33.3	98.8	146.9			

29.1
87.3
60.4
January
0.5
176
74.1
36.2
54.2
31
66.5
0
25.8
51.6
55.7
February
32
28.7
1
44.7
23.1
0
0
4
22.2
17.3
49.6
March
06
74.7
17.8
8.5
26
0
0
60.8
29.3
24.8
42.8
April
39.5
1.7
58.8
8.1
0
41.6
0
52.4
20.9
24.8
37.6
May
2.5
41.5
0
0
21

10.5
10
4.7
2.5
10.3
13.4
Total
113.5
440
420.5
277.9
192.4
152.4
188.7
285.1
318.9
265.5
308.7
Deviation of total b
–195.4
131.1
111.6
–31.0
–116.5
–156.5
–120.2
–23.8
10.0
–43.4
Vegetative Phase c
57.70
73.20
81.80
94.00
75.60
65.81
94.70
58.65
83.47
77.44
69.61
Reproductive —Maturity Phase d
42.30
26.80
18.20
6.00
24.40
34.19
5.30
41.35
16.53
22.56
30.39
a Long-term rainfall average (1967-2003); b Deviation of growing season total from long-term total (1967-2003); cPhase assumed from November to February (% of growing season rainfall); dPhase assumed from March to May (% of growing season rainfall).
Table 3. Long-term mean monthly minimum/maximum temperature and pan evaporation at the experimental site

[17].
Temperaturea (°C)
Month
Minimum
Maximum
Class A Pan Evaporationb (mm)
January
6.0
20.0
78
February
7.2
21.3
89
March
8.7
23.7
112
April
10.3
25.3
138
May
12.7
27.4
206
June
15.9
30.6
219
July
18.0
34.4
308
August
20.2
31.8
294
September
18.2
31.6
225
October
12.8
28.7
157
November
10.1
24.1
100
December
8.4
21.4
72
Average
12.4
26.7

Total
1998
adata of 1967 to 1998. bdata of 1985 to 1996.
tion and sub-plot to tillage-residue management system. Five rotations were studied (Table 4). All phases (rotation-year) of each rotation were present each year and each treatment was cycled on its assigned plot. Two till-age systems were established: conventional tillage with off-set disk (CT) and Zero-tillage system. The most common tillage practice is to prepare a seedbed by disk harrowing after stubble grazing along the summer. Nearly all stubble and crop residues are normally re-moved from the field (via grazing or balling). The use of disk harrowing helped to break clods and make a proper seedbed, which is believed to capture and store autumn precipitation in soils. The number of off-set disk opera-tions to prepare seedbeds differed among years and crops. Tillage depth ranged from 100 to 150 mm, depending upon the conditions of the soil at time of tillage. These practices have been shown to exacerbate degradation of soils, promote erosion and reduce production potential. In this study, stubble and plant residues were totally in-corporated with tillage tools (under CT).
The experimental design combined tillage and stubble treatments to allow their separate effects on grain yield to be assessed (Table 4). Here, "tillage-residue management" denotes these combinations as shown in Table 4. Zero-tillage system (NT) received No-tillage and the only soil disturbance was for seeding and fertiliser banding.

Table 4. Description of cropping sequences and tillage- residue management systems used in the experiment and their abbreviations.
Cropping system:
Abbreviation
Sequence's description
CW
Continuous Wheat
WF
Wheat-Fallow
WBF
Wheat-Barley-Fallow
WMF
Wheat-Maize-Fallow
WLF
Wheat-Lentil-Fallow
Tillage and Residue Man-agement System: Abbre-viation
System's description
NTr
Total or full removal of flat residues in no-tillage wheat phase for fodder use (no-mulch cover).
NTp
Partial removal of flat residues in no-tillage wheat phase (50 - 60 per-cent mulch cover) with uniform cover of the soil.
NTm
Total maintenance of flat residues in no-tillage wheat phase (full mulch cover) with a layer of several centi-meters in thickness.
CT
Conventional tillage with off-set disk harrows—biomass incorporated.
Note: After wheat harvest, stubble was approximately 10 - 15 cm tall and was not removed from no-tillage treatments. Under no-tillage systems, stubble and crop residue from other crops were maintained at the surface, while under conventional tillage, this biomass was incorporated in the soil with disking.
Smallholders in mixed crop-livestock systems consti-tute a very large fraction of farming enterprises in Mo-rocco. In those systems, crop residues are a strategic production component. This study aims at better under-standing the tradeoffs in crop residue uses in cereal based systems. The major trade-off in most systems is the short term benefits of using crop residues to feed livestock versus leaving the crop residues in the field to improve water management and availability as well as soil pro-ductivity (nutrient balance, erosion control and soil health). Consequently, in order to help devise these far- mers for possibilities of integrating grain and livestock production, three No-tillage wheat residue management scenarios were investigated (total NTr, partial NTp and No-removal of residues NTm). Because of the high op-portunity cost of crop stubbles and straw in traditional mixed farming systems, there may be a temptation to adopt a No-tillage system (NTm) while persisting with removal of stubble

for other uses (livestock, fuel and commodity). In the other two options, NT has to be adopted as a system, combining both direct seeding and either full or selective retention of crop residues at the soil surface. The NTp help to explore sharing and opti-mizing crop residues between No-tillage and traditional or energy uses [23].

2.3. Crop Management, Fertilization and Pest Control

In this study, we tested the performance of alternative rotations to the typical wheat monoculture in a rainfed Mediterranean semiarid area of south-western Morocco under No-tillage (NT) and conventional tillage systems. Hence, four other rotations were established and main-tained over 9-yr period (1994-1995 to 2002-2003): a wheat-barley-fallow rotation (W-B-F), a wheat-Maize- Fallow rotation (W-M-F) and Wheat-Lentil-Fallow (WLF) rotation (Table 4).

In 1995-1995 to 1996-1997, a No-till drill equipped with coulters, double-disk openers and single press wheels with 0.25 m row spacing (TYE, The TYE Com-pany, Lockney, USA) was used to plant wheat, barley and lentil in all plots. In 1997-1998 to 2002-2003, wheat was planted in a 0.25 m spacing using a research proto-type hoe-type No-till drill built at INRA-Dryland Re-search Center, Settat, Morocco. This newly developed drill permitted N and P fertiliser placement beneath the seeds. Winter wheat (Triticum aestivum L. cv Achtar or Tilila) and barley (Hordeum vulgare L. cv ACSAD 60, Laanacer or Aglou) were sown 30 - 50 mm deep at a seed rate of 120 kg·ha–1.

Like many leguminous crops, lentil (Lens culinaris L. cv Bakria) plays a key role in crop rotation due to their ability to fix nitrogen. It was seeded using the No-till wheat drills at a rate of 60 kg·ha–1 at spacing of 0.50 m.

Corn (Zea mays L.) is cultivated throughout the Chaouia region in rotation with wheat. Corn varieties (Mabchoura and Doukkalia) were planted either using a commercial 4-row No-till planter or manually in rows spaced 0.60 m and thinned to 60 - 65 thousands plants per hectare. Time of seeding for wheat, barley and lentil crops varied from 20 November to 5 December. Corn planting date ranged from mid-February to mid-March depending on the soil moisture. All field-crop varieties are adapted to the environment of Sidi El Aydi.

Soil analysis permitted the following fertilizer recom-mendations: ammonium nitrate (33.5% N), at a rate of 75 kg·ha–1, and triple super phosphate (45% P2O5), at a rate of 100 kg·ha–1, were placed in the seed row as starter fertilizers for wheat, lentil and barley. Additional urea fertilizer (46% N) was broadcast at the mid-tillering stage of wheat (50 kg·ha–1). For Corn, ammonium nitrate (100 kg of material per hectare) and triple super phos-phate (50 kg of material per hectare) were applied at Copyright © 2011 SciRes. AJPS

planting. Soil tests at Sidi El Aydi indicate high K and therefore K fertilizer was not applied. These application rates ensured that nutrients (N, P) were not limiting pro-duction and crops did not exhibit any deficiency symp-toms. No irrigation or farm manure was used in this ex-periment.

Pre-plant herbicides were used for weed control in all treatments. No-till treatments were sprayed with gly-phosate at 2 - 3 L·ha–1 to control any standing vegetation during the week before crop planting. Before seeding, all wheat, barley and fallow plots were sprayed with chlo-rosulfuron herbicide (10 to 20 g·ha–1). Corn and lentil were sprayed at seeding with simazine at rate of 1.5 and 1 L·ha–1, respectively.

2.4. Measurements

Climatic data were collected between 1994 and 2003 at the Sidi El Aydi Experimental Station, less than 1 km from the experimental site. Precipitation data were col-lected daily throughout the wheat growing season and summarized as monthly means. Historical climatic data were obtained from the same weather station.

At harvest, wheat grain was harvested at 10 - 15 cm above ground from the plot area to determine grain yield (GY), reported at 130 g·kg–1 moisture concentration. The above-ground dry matter or wheat biomass (TDM) was determined from hand samples taken from two 1-m2 quadrats of each plot at harvest.

2.5. Data Analysis

2.5.1. Analysis of Variance

All data were subjected to an analysis of variance using the procedures of SAS [24-26] for each variable. The analysis of variance was carried out for each year as well as over years. This combined variance analysis provided an overview of the magnitude of variation among years and treatments and especially the treatment * year inter-action. When the F-test indicated statistical significance at 5%, treatment means were separated by Least Signifi-cant Difference (LSD) test.

2.5.2. Stability Analysis

The significance of the interactions of treatment x years can be interpreted using stability analysis. It is the linear regression of treatment yield on the year environment mean yield (average yield of all comparable treatments in a given year). This analysis is carried out without the use of data transformation. High yield stability usually refers to a crop's ability to perform consistently, whether at high or low yield levels, across a wide range of environ-ments

[27]. The regression tests were carried using SAS statistical package. A regression coefficient (slope, b) > 1 is indicative of below average stability while a regression coefficient < 1 is indicative of above average stability. Specific tillage-residue management and cropping sys-tems can be considered stable if variation is low over years (i.e. Low Coefficients of Variation, CVs) [28].

3. Results

This field study assessed average wheat yields and tem-poral yield variability over a 9-year period in agricultural management systems that are part of a long-term crop-ping systems experiment at Sidi El Aydi Station (SEAS) in south-western Morocco.

Table 5 presents pooled (averaged over the nine years) analysis of variance of the experiment. Significant year effects were noticed for all management systems. Table 5 indicates significant Tillage x years and Rotation x years interactions ($P < 0.001$) and showed the influence of changes in environments on the yield performance of the various tillage-residue management and cropping systems evaluated.

It is also worth noting that during the course of the experiment, soil quality attributes have changed or been altered by tillage, residue management and cropping sys-tems. These modifications in soil porosity and organic matter, stable aggregates, nitrogen and phosphorus con-tents of the soil surface (0 - 5 cm) were reported by sev-eral authors [29,30].

Table 5. Degree of freedom and Mean square error (MSE) for wheat grain and biomass yields as affected by year, till-age-residue management and cropping systems (Combined ANOVA) at Sidi El Aydi (Morocco); 1994-2003.

MSE
Source of variation
df
Biomass
Grain yield
Year (Y)
8
735.4
99.47
Block (B)
2
32.89
2.53
Error a
16
5.159
0.68
Rotation (R)
4
5.159
16.088
Y * R
32
112. 8
2.018
Error b (Y * R * B)
72
0.134
0.028
Tillage-residue management (T)
3
18.32
2.79
Y * T
24
5.6
1.25
R * T

12
0.18 ns
0.03 ns
Y* R* T
96
0.09 ns
0.019 ns
Error c
270
0.12
0.025
ns = Not significant. All other factors or interactions were highly significant (P < 0.001). Copyright © 2011 SciRes.

3.1. Growing Conditions
The semiarid climate, gently sloping topography and slowly permeable clay soils are important characteristics of the western plains of Morocco. Humid winters and dry summers characterize the climate of Sidi El Aydi (Chaouia). Table 2 gives wheat growing season monthly rainfall for the study period (1994-2003) and for the long-term records (1967-2003).
As reported in Table 2, during the nine years of the experiment, about 77% of the 265.5 mm mean growing season rainfall (GSR) for wheat occurs from November through February and about 23% from March to May. However, for the 1967-2003 records, the two phases re-ceived 70 and 30% amount of rainfall for the two grow-ing periods respectively. Exceptionally, in 1997-1998 and 2000-2001, most rainfall occurred in the period from November to January (94%), leaving the rest of the growing season almost dry. At the opposite, in the driest year (1994-1995), almost 60% of received rainfall oc-curred in the reproductive period of wheat (Table 2). The wettest year (1996-1997) corresponded to the average year with 82 and 18% of rainfall received in the vegeta-tive and reproductive phase, respectively.
The most common and widespread of the country's natural hazards is drought. It is a country-spread problem seriously influencing wheat production and quality. Drought may occur early in the season as in 1998-1999, in mid-season as in 1996-1997, 1999-2000 and 2000- 2001 or in later season as in 1997-1998. It may also oc-cur at combination of stages such as in 1994-1995. Weather conditions in the nine seasons from 1994-1995 to 2002-2003 spanned much of the variability, which characterizes rainfall records for this area (Table 2). The growing-season rainfall (GSR) for the 9-year study pe-riod averaged 265.5 mm per year, 43.4 mm lower than the long-term average; thus conditions were unfavour-able for dryland cropping. In fact, the deviation of GSR from the long-term rainfall average varied from –195.4 to +131.1, which shows the large variation of rainfall pat-tern of Chaouia region (Table 2).
Growing season rainfall varied from as low as 113.5 mm (1994-1995) to 440 mm (1995-1996), with an aver-age over the 9 years of 265.5 mm (Table 2). Only 3 years (1995-1996, 1996-1997, and 2002-2003) were above long-term average (1967-2003) that is 308.9 mm. Hence, differences in rainfall contributed to different yield responses, as shown by the various treatment * year interactions (Table 5).
3.2. Wheat Yields
Seasonal and annual variations in rainfall strongly influ-enced wheat responses to tillage-residue management and cropping systems in this experiment. Rainfall amount and distribution are critical for proper wheat perform-ances. Moisture stress at critical physiological stages could inhibit crown roots, reduce effective tillers, dimin-ish wheat vegetative growth and number of grains per ear and cause poor grain-filling. Generally, in semi-arid ar-eas, wheat under No-till conditions are under high avail-able water content during most the growing season and lower temperatures [16].
The long-term effects of tillage and wheat residue management on wheat grain yields are summarized in Table 6. Complete crop failure was observed in the first and the sixth year of the experiment for all tillage-residue management systems and rotations. At the research site, cumulative growing season rainfall was 113.5 and 152.4 mm for the two years, respectively. There is a need of at least 190 mm of moisture during the wheat growing sea-son to garanty wheat grain production in semi-arid re-gions as noted by [14].
3.2.1. Tillage—Residue Management Effects
When averaging over the nine years, No-tillage system in its 3 variants guarantied higher grain yields than the conventional tillage system (Table 6). Within the 3 vari-ants of residue cover, it is clear that NTp should be the logical choice for mixed farming systems, since it per-mitted identical yield as NTm. This is due to the need to

export partially biomass for livestock feeding. It is also important to Note that grain yield was significantly lower under CT than bare No-till (NTr). Hence, it is evidently recommended to support No-tillage for higher and stable yields of wheat; which is a leeway to adapt under con-trasting climates.

The effect of tillage system was significant in all years at the exception of 1996-1997 and 1999-2000. In addi-tion, CT was permitting higher yields than NT in one year (1997-1998) (Table 6). Residue management under NT did not show effects in 4 contrasting years (1994- 1995; 1996-1997; 1998-1999 and 1999-2000). In the other 5 years, either NTp or NTm or both out-yielded NTr. Hence, when analyzing the performances of wheat yield under the various tillage-residue management options for the 9-year, it is clear that No-tillage either equalled or exceeded CT. Particularly for NTp, wheat yields were largely greater than CT in 1995-1996; 2000-2001 and 2002-2003 as shown by the high yield ratios of Table 6. These trends were also reported by [13]. However, [31] did not find any difference between the two tillage sys-tems in Northern Syria for barley production.

The type of drill used in No-tillage systems changes the growing environment ann thereby impact the

d ca

Copyright © 2011 SciRes. AJPS

Copyright © 2011 SciRes. AJPS

Table 6. Effect of tillage and wheat residue management on wheat yields (Mg·ha–1).

1994-1995
1995-1996
1996-1997
1997-1998
1998-1999
1999-2000
2000-2001
2001-2002
2002-2003
Average
Yielda ratio
NTr
0
3.37c
2.69a
1.11d
2.98a
0.26a
1.91b
3.25bc
3.32a
2.10B
NTp
0
3.57b
2.72a
1.31c
2.93ab
0.28a
2.30a
3.42a
3.36a
2.21A
NTm
0
3.94a
2.65a
1.62b

2.86ab
0.26a
2.27a
3.31ab
2.94b
2.21A
CT
0
2.60d
2.73a
1.75a
2.76c
0.28a
1.01c
3.16c
2.85b
1.90C
Average
0F
3.37A
2.70C
1.44E
2.88BC
0.27F
1.87D
3.29A
3.11AB
2.10
NTr /CT
-
1.30
0.98
0.63
1.08
0.93
1.89
1.03
1.16
1.13
NTp/CT
-
1.37
1.00
0.75
1.06
1.00
2.28
1.08
1.18
1.21
NTm/CT
-
1.51
0.97
0.93
1.04
0.93

2.25
1.05
1.03
1.21
athe ratio of NT to CT not including the 1994-95 year in averaging over years. NTr = Full removal of flat residues in no-tillage, NTp = Partial removal of flat residues in no-tillage, NTm = Total maintenance of flat residues in no-tillage, CT = Conventional tillage. In the column (small or italic letters) or row (capital letters), means followed by the same letters do not differ by LSD test at p = 0.05.

physiology of the crop. These facts may have some nega-tive outcomes on crop growth. Use of the double-disk type drill, during the first 3 years, had various disadvan-tages, including surface application of P fertilizer, weak penetration through thick residues and dry soil, and in-ability to adequately cut through residues. Under NTm, seeds were also in close contact with the straw which reduced early vigour and growth [16]. The high residue cover could delay emergence, seedling development and retard tillering of wheat seeded with disk drills [32].

The hoe-type drill, used during the 6 last years, pro-duced more soil disturbance along seeding row than TYE drill, and was needed for better seeding of wheat into dry soil surface. It also permitted localisation of P and N fer-tilisers in proximity to the seeds, which helped wheat to grow more vigorously and produce more biomass [33,34].

3.2.2. Cropping System's Effects

Wheat is an important part of the cropping system in semiarid Morocco. Yielding of dryland wheat depends enormously on the amount of profile-stored water and/or precipitation during the growth period. Wheat is very responsive to crop rotation. The long-term effects of cropping systems on wheat grain are shown in Table 7.

The continuous wheat rotation had the lowest yields irrespective of the treatment and years (Table 7). Not including 1994-1995, wheat yields varied from as low as 0.05 Mg/ha under WLF in 1999-2000 to as high as 3.83 Mg/ha under WMF in the year (2001-2002).

On average, it is shown from Table 7 that wheat yields are the highest under WF; WBF and WLF. Wheat yield under WMF is intermediary and higher than CW. The WLF could be more performing if Not the low wheat yielding in 1999-2000 due to residual effect of herbicide (Simazine) used for controlling weeds in lentil. The per-cent increase in wheat yields when comparing biennial or triennial rotations to CW varied from 84% under WF to 59% under WMF (Table 7).

3.3. Above-Ground Biomass Yield

Grain yield is the product of plant biomass and partition-ing of that biomass to the harvested components. Hence, in uncovering the impact of tillage systems on yield, it would be necessary to determine whether NT limits plant biomass accumulation or Not. In other terms, although much work has been conducted on the impact of NT on wheat yield, there is little information on the impact of NT on above-ground biomass accumulation. A reduction in biomass may occur due to poor stand establishment or reduced tillering [16].

3.3.1. Tillage—Residue Management's Effects

In Table 8, tillage and residue management system's effects on wheat above-ground biomass are presented. NT production systems did not generally reduce the abil-ity of wheat cultivars to accumulate biomass. The NT treatment impacted biomass yields of wheat, but this re-sponse was dependent on the environment. According to Table 8, the three variants of NT helped accumulation of higher biomass than CT. It is also reported in the same Table that biomass yield increases with residue cover under the soil, on average and by year. At the exception of 1996-1997 where NTp was permitting higher biomass yield of wheat, NTm was showing the highest biomass. In fact, it has reached 12.67 Mg·ha–1 in 1995-1996. Not considering the driest year of 1994-95, in other dry years (<200 mm), NT out-yielded CT by 1.11 to 2.07 as shown in Table 8. Especially, NT biomass yields were two

Table 7. Wheat yield responses under various crop rotations (Mg·ha–1).

Crop rotation
1994-1995
1995-1996
1996-1997
1997-1998
1998-1999
1999-2000
2000-2001
2001-2002
2002-2003

Yield ratio a
Average
CW
0
3.13d
1.98d
0.94e
1.10c
0.29c
0.93d
2.60d
1.82c
1.00
1.42D
WF
0
3.71b
2.90b
2.05a
3.20b
0.44a
2.24a
3.21c
3.28b
1.84
2.34A
WBF
0
2.86e
3.22a
1.44c
3.71a
0.31b
2.12b
3.38b
3.65a
1.76
2.30AB
WMF
0
3.39c
2.64c
1.05d
3.24b
0.26d
1.96c
3.83a
3.19b
1.59
2.17C
WLF
0
3.76a
2.73c
1.73b
3.16b
0.05e

2.10b
3.41b
3.65a
1.63
2.29B
Average
0F
3.37A
2.70C
1.44E
2.88BC
0.27F
1.87D
3.29A
3.11AB
2.10
aratio of wheat yields under fallow based rotations to continuous wheat for the average of 1996-2003. CW = Continuous Wheat, WF = Wheat-Fallow, WBF = Wheat-Barley-Fallow, WMF = Wheat-Maize-Fallow, WLF = Wheat-Lentil-Fallow. In the column (small or italic letters) or row (capital letters), means fol-lowed by the same letters do not differ by LSD test at p = 0.05.

Table 8. Tillage and residue management system's effects on wheat above-ground biomass (Mg·ha–1).

Tillage-residue treatment
1994-
1995
1995-1996
1996-1997
1997-
1998
1998-1999
1999-2000
2000-
2001
2001-2002
2002-2003
Average
Yield ratio a
NTr
0.15c
11.64b
9.91b
3.01c
9.79a
5.07c
3.96b
6.02d
6.49b
6.23C
NTp
0.41b
11.20c
10.65a
3.56b
9.60a
5.31b
4.80a
6.48c
6.74a

6.52B
NTm
0.52a
12.67a
9.59b
4.42a
9.62a
5.35a
4.75a
6.92a
6.53ab
6.71A
CT
0.19c
9.99d
9.93b
4.68a
8.64b
4.27d
2.29c
6.80b
6.03c
5.87D
Average
0.32F
11.37A
10.02B
3.92E
9.41B
4.99D
3.95E
6.55C
6.45C
6.33
NTr/CT
0.79
1.16
0.99
0.64
1.13
1.19
1.73
0.93
1.08
1.07
NTp/CT
2.16
1.12
1.07
0.76
1.11
1.24
2.10
0.95
1.12
1.29
NTm/CT

2.74
1.27
0.97
0.94
1.11
1.25
2.07
1.02
1.08
1.38

athe wheat above-ground biomass ratio of NT to CT in averaging over years. NTr = Full removal of flat residues in no-tillage, NTp = Partial removal of flat residues in no-tillage, NTm = Total maintenance of flat residues in no-tillage, CT = Conventional tillage. In the column (small and italic letters) or row (capital letters), means followed by the same letters do not differ by LSD test at p = 0.05.

times higher than CT in 2000-2001 where the wheat was under severe droughts in mid- and late seasons. However, in wet years (>400 mm); NT/CT varied from 0.97 to 1.27. In general, yield advantage of NT over CT increased due to residue cover level (yield ratios of 1.07; 1.29 and 1.38 for NTr; NTp and NTm).

3.3.2. Cropping System's Effects

Rotation effects on above-ground wheat biomass for the nine years are exhibited in Table 9. Cropping systems tested in this trial respond consistently among environ-ments and there was a strong interaction among environments or years and cropping system ($P < 0.001$) (Ta-bles 4 and 9).

From results presented in Table 9, continuous wheat (CW) permitted the lowest yearly average biomass yield among the cropping systems tested in this experiment. However, especially in 1995-1996 and 1997-1998 and in 2001-02, CW out yielded WBF and WLF respectively. WF rotation was best performing in year of severe drought (i.e. 1997-1998) as compared to other cropping systems. WF and WBF surpassed all other rotations in adapting wheat to produce and accumulate dry matter in 1999- 2000 where GRS was only 152 mm. Biomass yield advantage for biennial and triennial rotation over CW var-ied from 48% to 76%.

It is clear from this analysis that farmers could choose either WF or WBF as appropriate cropping systems. However, for an intimate integration of grain and live-stock productions, WBF would a desired and reliable choice since it is including a dual purpose crop, barley. Other cropping sequences including forage crops are also of relevance to dryland farmers if well managed [4].

3.4. Yield-Rainfall Relationships

Table 10 presents the regression coefficients of linear relations between yields and GSR, vegetative phase

Copyright © 2011 SciRes. AJPS

Table 9. Rotation effect on above-ground wheat biomassa (Mg·ha–1).

Rotation
1994-1995
1995-1996
1996-1997
1997-1998
1998-1999
1999-2000
2000-2001
2001-2002
2002-2003
Biomass ratio b
Average
CW
0.27b
11.38d
7.50e
3.16cb
3.72c
3.24d
1.96e

6.04d
4.04c
1
4.59E
WF
0.35ab
11.74a
10.98b
6.85a
10.56b
6.22a
4.65a
6.54c
6.62b
1.76
7.17A
WBF
0.41a
10.66e
12.00a
2.42c
12.16a
6.07a
4.55b
6.79b
7.52a
1.69
6.95B
WMF
0.25b
11.45c
9.59d
3.85b
10.45b
3.80c
4.06d
7.48a
6.38b
1.48
6.37D
WLF
0.31ab
11.64b
10.03c
3.30b
10.17b
5.62b
4.51c
5.92e
7.68a
1.58
6.57C
Average
0.32F
11.37A
10.02B
3.92E

9.41B
4.99D
3.95E
6.55C
6.45C
6.33
aWheat plants were harvest at heights of 10 - 15 cm. bRatio of wheat biomass yields under fallow based rotations to continuous wheat for the average of 1995-2003. CW = Continuous Wheat, WF = Wheat-Fallow, WBF = Wheat-Barley-Fallow, WMF = Wheat-Maize-Fallow, WLF = Wheat-Lentil-Fallow. In the column (small or italic letters) or row (capital letters), means followed by the same letters do not differ by LSD test at p = 0.05.

Table 10. Regression coefficients for grain yield and growing season (GSR), vegetative phase (VPR) and reproductive phase (RPR) rainfall by tillage-residue management and cropping system.

GSR
VPR
RPR
Cropping system
CW
0.869
0.714
0.779
WF
0.753
0.707
0.451
WBF
0.620
0.574
0.393
WMF
0.643
0.529
0.578
WLF
0.726
0.663
0.482
Tillage and residue management system
NTr
0.507
0.617
0.539
NTp
0.709
0.630
0.516
NTm
0.755
0.675
0.538
CT
0.731
0.649
0.532

NTr = Full removal of flat residues in no-tillage, NTp = Partial removal of flat residues in no-tillage, NTm = Total maintenance of flat residues in no-tillage, CT = Conventional tillage. CW = Continuous Wheat, WF = Wheat-Fallow, WBF = Wheat-Barley-Fallow, WMF=Wheat-Maize-Fallow, WLF = Wheat-Lentil-Fallow.

rainfall (VPR) and reproductive phase rainfall (PPR) as explained in Table 5. Wheat yields are more dependent on

GSR and vegetative phase rainfall (VPR) as regres-sion determinants are higher. CW is more responding to seasonal variability of rainfall than the other cropping systems. This confirms the stressed environment charac-terizing continuous cropping. This result can be ex-plained by the low yields of this cropping system. In other terms, water conditions under fallow based rotation helped wheat to depend less on late rainfall and hence avoid late or mid-drought [14]. This is mainly due to available water stored in soil profile from previous year's rainfall. This explains the stabilising benefit from fallow in semiarid areas. Especially, from Tables 8 and 10, un-der wheat —fallow, wheat is better user of rainfall pattern or distribution and hence avoiding intermittent drought or water deficit than in other cropping systems.

From Table 10, the relation between yield and rainfall parameters is positively correlated to residue level under NT, mainly for GSR and VPR. CT is found intermediate between NTm and NTp in responding to rainfall parame-ters in a semiarid area. This can explain that residue management is equivalent to water management in dry areas under NT.

3.5. Stability Analysis of Grain Yields

Soil management systems have substantial impacts on ecosystem processes that contribute to annual crop yield

Copyright © 2011 SciRes. AJPS

variability. Understanding and capitalizing on wheat yield time-variability or stability has become one of the most intriguing problems in current NT production re-search in Morocco. An ideal agricultural technology or system is one that achieves the highest yield across multi-environments. Wheat yields under no-tillage were shown to increase with respect to other traditional or conventional tillage systems. Slopes with b < 1.0 indicate better adaptation to poor environments, while genotypes with "b >1.0" are best used in superior environments as suggested by [35].

Stability analysis provides useful parameter estimates when numbers of treatments and environments consid-ered in the analysis are sufficiently large [36], which is the case in this study. The regression of treatment aver-age yield on the environmental index resulted in regres-sion coefficients shown in Table 11.

The yield potential of the No-tillage systems was gen-erally superior to conventional tillage systems, but there was no yield stability sacrificed to achieve the greater yield potential. Table 11 gives the regression coefficient (b) values of the tillage-residue management and crop-ping systems developed from linear regression analysis.

Tillage-residue management treatments have "b" val-ued ranging from 0. 90 to 1.05, while for the cropping systems, "b" varied from 0.69 to 1.09. The No-tillage treatments have a slope close to unity which shows an average response to environmental conditions, as meas-ured by the environment mean. In Figure 1, WF, WBF and WMF are showing identical linear trends in terms of

Table 11. Stability parameters for tillage—residue management and cropping systems based on grain yield data (1994-2003).

Tillage—Residue Management	Slope b	t-stat	R-Square	CV %
NTr	1.006	90.18	0.988	63.84
NTp	1.050	44.00	0.987	61.63
NTm	1.042	27.74	0.968	60.81
CT	0.900			

18.94
0.911
62.84
Cropping systems
CW
0.686
10.75
0.790
73.19
WF
1.084
30.63
0.967
56.11
WBF
1.085
19.55
0.926
61.82
WMF
1.048
35.54
0.971
65.70
WLF
1.095
42.11
0.986
63.39
CV = Coefficient of Variation; NTr = Full removal of flat residues in no-tillage, NTp = Partial removal of flat residues in no-tillage, NTm = Total maintenance of flat residues in no-tillage, CT = Conventional tillage. CW = Continuous Wheat, WF = Wheat-Fallow, WBF = Wheat-Barley-Fallow, WMF = Wheat-Maize-Fallow, WLF = Wheat-Lentil-Fallow.
Figure 1. Yield stability regression plots for cropping systems.
Copyright © 2011 SciRes. AJPS

grain yield and environment relationships. WLF is an intermediate situation. Continuous wheat system is more practical in low rainfall areas and harsh environments as explained by low b. As shown in Figure 2, all 3 variants of NT exhibited a higher linear tendency between yield and environment as compared to CT.
One measure of yield variability is the coefficient of variation of yield (Table 11). It is shown that NTr and CT among tillage treatments and CW and WMF among cropping sequences are having grain yield highly vari-able than the other treatments. This maintains the con-clusion that NT associated with residue cover and con-servation cropping system (WF) are most likely to adapt to conditions of Moroccan semiarid areas.
Following the method of [35], the environmental mean of each tillage or cropping system was placed on the x axis and the regression coefficient (yield stability) was placed on the y axis to determine the relationship among yield and yield stability (Figure 3). This figure shows that the stability coefficient “b” increases with improve-ment in environments.
4. Discussion
From this long-term study, it can be concluded that pro-duction of winter wheat under No-tillage can have agro-nomic benefits over conventional tillage systems, al-though in some years it can result in lower yields. The important finding from this study is that No-tillage has to be adopted as a system, combining both direct seeding and retention of crop residues. It was concluded that No- till with stubble retained treatment was the best option in terms of higher and more efficient use of water
Figure 2. Yield stability regression plots for tillage-residue management systems.
Figure 3. Stability regression coefficients plotted against the average environmental means of tillage-residue management and ropping systems. Stability regression coefficients were positively associated with yield.

resources. Basically, NTp could be adopted in mixed crop-livestock systems of semiarid areas for the purpose of guarantying grain and feed.

Due to high grain and biomass production under NT, our results demonstrate also, the effectiveness of No-tillage with mulching in increasing rainfall use compared to the conventional tillage system and complete stubble removal under No-tillage in the semi-arid area of the Chaouia region. This is explained by wheat yield—rain-fall relationships. In fact, residue retention under NT may have helped managing rainfall and carrying over soil moisture during the growth and development of wheat [37]. These possible good relations at the soil-residue interface vis-à-vis rainfall distribution are the main rea-sons for NT durability [13,38,39]. However, [13,40,41] reported that the major limitation to NT adoption by smallholder farmers is crop residue tradeoffs as soil amendments and livestock bedding, feed, and/or other off-field purposes and its low availability in dry areas and droughty years.

From this study, it can be concluded that either wheat- fallow or wheat-barley-fallow can be promoted in semi-arid areas but without any involvement of tillage systems. However, in semiarid Spain, authors found that wheat- fallow is having low efficiency in increasing wheat yields [37,38].

In this experiment, continuous wheat was found not durable vis-à-vis changing climate. The instability and low yields of continuous cereal have been reported by other authors from semiarid Mediterranean areas [42].

From the stability analysis, NT is adapting to most weather conditions occurred during the course of the experiment. In other words, this analysis indicated that yields in the No-tillage system were less influenced by adverse growing conditions than conventional tillage system, particularly under low rainfall. It is then, to the decision of farmers, to manage the cropping system ac-cording to technical and economical considerations:

•In harsh and economically constrained environments, continuous wheat can be used but is still risky. How-ever, NT is an option for reducing such risk [43].

•In area of low rainfall (less than 300 mm), wheat- fallow is a requirement for stable grain production under NT [14]. However, this is not in agreement with other authors from dry areas in Spain [44] and US Great Plains [45].

•In areas of favorable rainfall and weather conditions, either lentil or barley could be used without additional reliance on row crop drills as for corn [15]. Better water supply for plants due to residue retention under NT could result in higher yield [46].

•In mixed farming, farmers may choose to include barley or other forage crops in the three year rotation to compensate for residue availability [47,48].

Considering the advantages of NT wheat production systems to the region, such as earlier planting, reduced erosion and improved soil conservation and fertility, ag-ronomic changes that bring about optimal yields under NT would be desirable. An in-depth understanding of the physiological factors, that in some years, limit yield un-der NT production systems may be useful in designing genetic [49] or agronomic measures [50] necessary to optimize yield under NT.

For a thorough understanding on impact of each deci-sion, modeling is needed. Process-oriented crop growth models simulate the effects of genetics, management, weather and stresses on plant growth and yield [51].

In semiarid Mediterranean region, soil quality evalua-tion under conservation and conventional tillage systems should be prioritized [52] and carbon and nitrogen dy-namics modeled under these contrasting systems [53]. These models will be the research focus in near future and for estimating environmental consequences of shift-ing to No-tillage technologies and conservation cropping sequences in both dry [54] and irrigated systems [55].

5. Acknowledgements

Special thanks to all postgraduate and graduate students who were involved in this project for different periods.

REFERENCES

[1]F. Garcıa-Orenes, A. Cerda, J. Mataix-Solera, C. Guer-rero, M. B. Bod, V. Arcenegui, R. Zornoza and J. G. Sempere, "Effects of Agricultural Management on Sur-face Soil Properties and Soil-Water Losses in Eastern Spain," Soil & Tillage Research, Vol. 106, No. 1, De-cember 2009, pp. 117-123.

[2]J. P. Shroyer, J. Ryan, M. A. Monem and M. El Mourid, "Production of Fall-Planted Cereals in Morocco and Technology for Its Improvement," Journal of Agronomic Education, Vol. 19, No. 1, 1990, pp. 32-40.

[3]C. H. Diaz-Ambrona and I. Minguez, "Cereal-Legume Rotations in a Mediterranean Environment: Biomass and Yield Production," Field Crops Research, Vol. 70, No. 2, April 2001, pp. 139-151. doi:10.1016/S0378-4290(01)00132-0

[4]J. Ryan, E. de Pauw, H. Gomez and R. Mrabet, "Drylands of the Mediterranean Zone: Biophysical Resources and Cropping Systems," In: G. A. Peterson et al., Eds., Dry-land Agriculture, 2nd Edition, American Society of Agro- nomy Monograph No. 23, Madison, 2006, pp. 577-624.

[5]J. Álvaro-Fuentes, J. Lampurlanés and C. Cantero-Martínez, "Alternative Crop Rotations under Mediterranean No- Tillage Conditions: Biomass, Grain Yield, and Water-Use Efficiency," Agronomy Journal, Vol. 101, No. 5, Sep-tember 2009, pp. 1227-1233.

doi:10.2134/agronj2009.0077
[6]D. Akbolat, F. Evrendilek, A. Coskan and K. Ekinci, "Quantifying Soil Respiration in Response to Short-Term Tillage Practices: A Case Study in Southern Turkey," Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Plant Soil Science, Vol. 59, No. 1, January 2009, pp. 50-56.
[7]P. Angàs, J. Lampurlanés and C. Cantero-Martınez, "Till-age and N Fertilization Effects on N Dynamics and Bar-ley Yield under Semiarid Mediterranean Conditions," Soil & Tillage Research, Vol. 87, No. 1, May 2006, pp. 59-71. doi:10.1016/j.still.2005.02.036
[8]L. Lopez-Bellido, R. J. Lopez-Bellido, J. E. Castillo and F. J. Lopez-Bellido, "Effects of Tillage, Crop Rotation, and Nitrogen Fertilization on Wheat under Rainfed Mediterranean Conditions," Agronomy Journal, Vol. 92, No. 6, November 2000, pp. 1054-1063. doi:10.2134/agronj2000.9261054x
[9]M. Diaz-Zorita, J. H. Grove, L. Murdock, J. Herbeck and E. Perfect, "Soil Structural Disturbance Effects on Crop Yields and Soil Properties in a No-Till Production Sys-tem," Agronomy Journal, Vol. 96, No. 6, November 2004, pp. 1651-1659. doi:10.2134/agronj2004.1651
[10]P. G. Hunt, P. J. Bauer, T. A. Matheny and W. J. Buss-cher, "Crop Yield and Nitrogen Accumulation Response to Tillage of a Coastal Plain Soil," Crop Science, Vol. 44, No. 5, September 2004, pp.1673-1681. doi:10.2135/cropsci2004.1673
[11]S. Ozpinar and A. Cay, "Effect of Different Tillage Sys-tems on the Quality and Crop Productivity of a Clay- Loam Soil in Semi-Arid North-Western Turkey," Soil & Tillage Research, Vol. 88, No. 1-2, July 2006, pp. 95-106. doi:10.1016/j.still.2005.04.009
[12]M. Mazzoncini, C. Di Bene, A. Coli, D. Antichi, M. Petri and E. Bonari, "Rainfed Wheat and Soybean Productivity in a Long-Term Tillage Experiment in Central Italy," Agronomy Journal, Vol. 100, No. 5, September 2008, pp. 1418-1429. doi:10.2134/agronj2007.0173
[13]S. B. Moussa-Machraoui, F. Errouissi, M. Ben-Hammouda and S. Nouira, "Comparative Effects of Conventional and No-Tillage Management on Some Soil Properties under Mediterranean Semi-Arid Conditions in Nordwestern Tu-nisia," Soil & Tillage Research, Vol. 106, No. 2, January 2010, pp. 247-253. doi:10.1016/j.still.2009.10.009
[14]A. Bouzza, "Water Conservation in Wheat Rotations under Several Management and Tillage Systems in Semi-arid Areas," Ph.D. Dissertation, University of Nebraska- Lincoln, Omaha, 1990.
[15]M. Kacemi, "Water Conservation, Crop Rotations, and Tillage Systems in Semiarid Morocco," Ph.D. Disserta-tion, Colorado State University, Fort Collins, 1992.
[16]R. Mrabet, "Crop Residue Management and Tillage Sys-tems for Water Conservation in a Semiarid Area of Mo-rocco," Ph.D. Dissertation, Colorado State University, Fort Collins, 1997.
[17]R. Mrabet, N. Saber, A. El-Brahli, S. Lahlou and F. Bes-sam, "Total, Particulate Organic Matter and Structural Stability of a Calcixeroll Soil under Different Wheat Ro-tations and Tillage Systems in a Semiarid Area of Mo-rocco," Soil & Tillage Research, Vol. 57, No. 4, January 2001, pp. 225-235. doi:10.1016/S0167-1987(00)00180-X
[18]R. Mrabet, K. Ibno-Namr, F. Bessam and N. Saber, "Soil Chemical Quality Changes and Implications for Fertilizer Management after 11 Years of No-Tillage Wheat Produc-tion Systems in Semiarid Morocco," Land Degradation & Development, Vol. 12, No. 6, November/December 2001, pp. 505-517. doi:10.1002/ldr.464
[19]R. Balaghi, M. Jlibene, B. Tychon and R. Mrabet, "Ges-tion du Risque de Sécheresse Agricole au Maroc," Sé-cheresse, Vol. 18, No. 3, 2007, pp.169-176.
[20]R. Lahmar, "Opportunités et Limites de l'Agriculture de Conservation en Méditerranée. Les Enseignements du Projet KASSA," Options Méditerranéennes, Série A, Vol. 69, 2006, pp.11-18.
[21]A. Benmahammed, H, Nouar, L. Haddad, Z. Laala, O. Abdelmalek and H. Bouzerzour, "Analyse de la Stabilité des Performances de Rendement du blé dur (Triticum durum Desf.) sous Conditions Semi-Arides," Biotech-nology, AgroNomy, Society and Environment, Vol. 14, No.1, 2010, pp. 177-186.
[22]Z. Berzsenyi, B. Gyorffy and D. Lap, "Effect of Crop Rotation and Fertilisation on Maize and Wheat Yields and Yield Stability in a Long-Term Experiment," European Journal of Agronomy, Vol. 13, No. 2-3, July 2000, pp. 225-244. doi:10.1016/S1161-0301(00)00076-9
[23]P. R. Hobbs, K. Sayre and R. Gupta, "The Role of Con-servation Agriculture in Sustainable Agriculture," Phi-losophical Transactions of the Royal Society, B 2008, Vol. 363, No. 1491, February 2008. pp. 543-555.
[24]SAS Institute, "SAS User's Guide: Statistics," 6th Edition, SAS Institute, Cary, 1995.
[25]R. C. Littell, G. A. Milliken, W. W. Stroup and W. W. Wolfinger, "SAS System for Mixed Models," SAS Insti-tute, Cary, 1996.
[26]R. D. Wolfinger and M. Chang, "Comparing the SAS GLM and Mixed Procedures for Repeated Measures," Technical Report, SAS Institute Inc., Cary, 1998.
[27]P. Annicchiarico, "Genotype X Environment Interactions: Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations," FAO Plant Production and Protection Paper No. 174, FAO Publication, Rome, 2002.
[28]W. Yan and N. A. Tinker, "Biplot Analysis of Multi- Environment Trial Data: Principles and Applications," Canadian Journal of Plant Sciences, Vol. 86, No. 3, July 2006, pp. 623-645. doi:10.4141/P05-169
[29]S. Lahlou, M. Ouadia, O. M. Issa, Y. Le Bissonnais and R. Mrabet, "Modification de la Porosité du Sol Sous les Techniques Culturales de Conservation en Zone Semi-aride Marocaine," Etude et Gestion des Sols, Vol. 12, No. 1, January 2005, pp. 69-76.
[30]K. Ibno-Namr and R. Mrabet, "Influence of Agricultural Copyright © 2011 SciRes. AJPS

Management on Chemical Quality of a Clay Soil of Semi- arid Morocco," Journal of African Earth Sciences, Vol. 39, No. 3-5, 2004, pp. 485-489. doi:10.1016/j.jafrearsci.2004.07.016
[31]M. J. Jones, "Comparison of Conservation Tillage Sys-tems in Barley-Based Cropping Systems in Northern Syria," Experimental Agriculture, Vol. 36, No. 1, Sep-tember 2000, pp. 15-26.
[32]C. J. Baker, R. Ritchie and K. E. Saxton, "The Nature of Risk in No-Tillage," In: C. J. Baker et al., Eds., No-Till-age Seeding in Conservation Agriculture, 2nd Edition, FAO—CABI Publication, Rome, 2007, pp. 21-33.
[33]E. H. Bourarach, A. Bouzza and A. Nousfi, "Développe-ment d'un Système d'Enterrage de Semoir Direct pour le Travail en Sol Sec," Hommes Terre & Eaux, Vol. 28, No. 109, 1998, pp. 5-10.
[34]R. Mrabet, "Differential Response of Wheat to Tillage Management Systems in a Semiarid Area of Morocco," Field Crops Research, Vol. 66, No. 2, May 2000, pp. 165-174. doi:10.1016/S0378-4290(00)00074-5
[35]K. W. Finlay and G. N. Wilkinson, "The Analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Programme," Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 14, No. 6, No-vember-December 1963, pp. 742-754.

[36]C. J. Peterson, J. M. Moffat and J. R. Erickson, “Yield Stability of Hybrid vs. Pure Line Hard Winter Wheat in Regional Performance Trials,” Crop Science, Vol. 37, No. 1, 1997, pp. 116-120. doi:10.2135/cropsci1997.0011183X003700010019x
[37]F. Shaxon and R. Barber, “Optimizing Soil Moisture for Plant Production: The Significance of Soil Porosity,” FAO Soils Bulletin 79, Food and Agriculture Organiza-tion of the United Nations, Rome, 2003, p. 107.
[38]D. Moret, J. L. Arrúe, M. V. López and R. Gracia, “Win-ter Barley Performance under Different Cropping and Tillage Systems in Semiarid Aragon (NE Spain),” Euro-pean Journal of Agronomy, Vol. 26, No. 3, April 2007, pp. 54-63. doi:10.1016/j.eja.2006.08.007
[39]J. Lampurlanès, P. Angas and C. Cantero-Martinez, “Tillage Effects on Water Storage during Fallow and on Barley Root Growth and Yield in Tow Contrasting Soils of the Semi-Arid Segarra Region in Spain,” Soil & Till-age Research, Vol. 65, No. 2, May 2002, pp. 207-220. doi:10.1016/S0167-1987(01)00285-9
[40]K. E. Giller, E. Witter, M. Corbeels and P. Tittonell, “Conservation Agriculture and Smallholder Farming in Africa: The Heretics’ View,” Field Crops Research, Vol. 114, No. 1, October 2009, pp. 23-34. doi:10.1016/j.fcr.2009.06.017
[41]P. C. Wall, “Tailoring Conservation Agriculture to the Needs of Small Farmers in Developing Countries,” Jour-nal of Crop Improvement, Vol. 19, No. 1, March 2007, pp. 137-155. doi:10.1300/J411v19n01_07
[42]M. Pala, J. Ryan, H. Zhang, M. Singh and H. C. Harris, “Crop Water-Use Efficiency of Wheat-Based Rotation Systems in a Mediterranean Environment,” Agricultural Water Management, Vol. 93, No. 3, November 2007, pp. 136-144. doi:10.1016/j.agwat.2007.07.001
[43]Y. Ding, K. Schoengold and T. Tadesse, “The Impact of Weather Extremes on Agricultural Production Methods: Does Drought Increase Adoption of Conservation Tillage Practices?” Journal of Agricultural and Resource Eco-nomics, Vol. 34, No. 3, December 2009, pp. 395-411.
[44]K. J. McAneney and J. L. Arrúe, “A Wheat-Fallow Rota-tion in Northeastern Spain: Water Balance-Yield Consid-erations,” Agronomie, Vol. 13, No. 6, March 1993, pp. 481-490. doi:10.1051/agro:19930604
[45]H. J. Farahani, G. A. Peterson and D. G. Westfall, “Dry-land Cropping Intensification: A Fundamental Solution to Efficient Use of Precipitation,” Advances in Agronomy, Vol. 64, 1998, pp. 197-223. doi:10.1016/S0065-2113(08)60505-2
[46]P. Bescansa, M. J. Imaz, I. Virto, A. Enrique and W. B. Hoogmoed, “Soil Water Retention as Affected by Tillage and Residue Management in Semiarid Spain,” Soil & Tillage Research, Vol. 87, No. 1, May 2006, pp. 19-27. doi:10.1016/j.still.2005.02.028
[47]O. Erenstein, “Crop Residue Mulching in Tropical and Semi-Tropical Countries: An Evaluation of Residue Availability and Other Technological Implications,” Soil & Tillage Research, Vol. 67, No. 2, September 2002, pp. 115-133. doi:10.1016/S0167-1987(02)00062-4
[48]R. Lal, “Constraints to Adopting No-Till Farming in De-veloping Countries,” Soil & Tillage Research, Vol. 94, No. 1, April 2007, pp. 1-3. doi:10.1016/j.still.2007.02.002
[49]A. Ramdani, R. Mrabet and H. G. Macpherson, “Per-formance of Moroccan Wheat Cultivars under Tillage Systems and Water Regimes,” Journal of Agricultural Science and Technology, Vol. 4, No. 5, October 2010, pp. 106-111.
[50]R. Mrabet, “Wheat Yield and Water Use Efficiency Un-der Contrasting Residue and Tillage Management Sys-tems in a Semiarid Area of Morocco,” Experimental Ag-riculture, Vol. 38, No. 2, April 2002, pp. 237-248. doi:10.1017/S0014479702000285
[51]G. Bellocchi, M. Rivington, M. Donatelli and K. Mat-thews, “Validation of Biophysical Models: Issues and Methodologies. A Review,” Agronomy for Sustainable Development, Vol. 30, No. 1, 2010, pp. 109-130. doi:10.1051/agro/2009001
[52]M. J. Imaz, I. Virto, P. Bescansa, A. Enrique, O. Fernan-dez-Ugalde and D. L. Karlen, “Soil Quality Indicator Re-sponse to Tillage and Residue Management on Semi-Arid Mediterranean Cropland,” Soil & Tillage Research, Vol. 107, No. 1, March 2010, pp. 17-25. doi:10.1016/j.still.2010.02.003
[53]R. Lal, “Carbon Sequestration in Dryland Ecosystems of West Asia and North Africa,” Land Degradation & De-velopment, Vol. 13, No. 1, January/February 2002, pp. 45-59. doi:10.1002/ldr.477
[54]P. Debaeke and A. Aboudrare, “Adaptation of Crop Copyright © 2011 SciRes. AJPS
Effects of Residue Management and Cropping Systems on Wheat Yield Stability in a Semiarid Mediterranean Clay Soil Copyright © 2011 SciRes. AJPS 216
Management to Water-Limited Environments,” European Journal of Agronomy, Vol. 21, No. 4, December 2004, pp. 433-446. doi:10.1016/j.eja.2004.07.006
[55]H. Gomez-Macpherson, H. Boulal, R. Mrabet and E. Gonzalez, “Rational and Application of Conservation Agriculture for Irrigated Production in Southern Europe and North Africa,” Proceedings of 4th World Congress on Conservation Agriculture: Innovations for Improving Efficiency, Equity and Environment, Delhi, 4-7 February, 2009, pp. 129-135. http://www.fao.org/ag/ca/doc/wwcca-leadpapers.pdf.

.

SOIL FACTORS AND EARTHWORMS IN EASTERN ALGERIA

BAZRI K., OUAHRANI G., GHERIBI-OULMI Z., PRIGO D., DIAZ COSIN D. J. 2013

Résumé La relation entre des espèces lombriciennes de l’Est algérien et 11 facteurs du sol a été étudiée par un test de corrélation et une analyse en composantes principales (ACP). Il découle de cette étude préliminaire un dénombrement de dix-huit espèces de vers de terre dominées par des anéciques. Deux groupes peuvent être distingués : le premier constitué dans sa majorité par des endogés (Hormogaster redii, Octodrilus maghrebinus, Octolasion lacteum, Microscolex dubius) est lié aux teneurs élevées en matière organique. Le second est formé dans son ensemble par des anéciques (Aporrectodea trapezoides, Allolobophora chlorotica, Aporrectodea tetramammalis, Aporrectodea carochensis) et des endogés (Aporrectodea rosea, Microscolex phosphoreus, Aporrectodea caliginosa, Proctodrilus antipae), il est reliée aux milieux moins riches en sable et limon mais avec des valeurs élevées en pH et CaCO3.

The earthworms of North Africa are not well known. Studies about this group of soil fauna in Algeria are very limited. In the literature, we find only data on the ecological and biogeographic characteristics, particularly in Algiers area, the Kabylie and the whole of Maghreb where it was inventoried 33 species including Criodrilus lacuum, Allolobophoridella eiseni, E. parva, Proctodrilus antipai, Dendrobaena byblica, and Dendrobaena lusitana.It was added three

new species (Octodrilus maghrebinus, Octodrilus kabylianus and Eisenia xylophila) to science from 83 localities spread over Tunisia, Algeria and Morocco [1]. The research in the area of Mitidja (a coastal plain at the south of Algiers) shows 11 species already identified [2] that Allolobophora chlorotica was new to North Africa, and Prosellodrilus doumandjii had been described as new species [3].

The researches in the Moroccan Rifand the suburbs of Constantine [4] have resulted in the presence of earthworms with Franco-Iberian affinities as Helodrilus rifensis[5]. Other species were also identified as Allolobophoridella eiseni and Eisenia xylophila; living in decomposed litter of Quercus suber. Octodrilus complanatuswhich is present in pastures, meadows and scattered trees. Octodrilus maghrebinus was found only in oak forests. Dendrobaena Lusitana, Dendrobaena byblica and Dendrodrilus rubidus were observed in the litter. The set of the Maghreb earthworms are part of the Mediterranean territory enriched by the Ethiopian element [6]. Some species of Iberian origin were observed in Morocco (Allolobophora moebii, A. molleri, A. borellii). While in Algeria and Tunisia it was observed species from Tyrrhenian distribution (Hormogaster redii and Helodrilus festai) with other from circum-mediterranean and centroeuropean [6]. Ouahrani and Gheribi,add a new taxon to the list of earthworms in Algeria [7].
However, no studies have been performed tothe eastern Algeria nor to a transect from the North (coast) to the South (gateway to the desert).On the one hand the identification and classification of these organisms remain difficult through lack of skilled taxonomists [8],and on the other hand the study of earthworms is not obvious to achieve due to several constraints relating to the nature of the soils and the complexity of these living organisms [9].Thus, it would be wise to look at the biodiversity earthworms of North Africa taking account climatic conditions and other phylogenetic relationships with the earthworms of Mediterranean Europe.

Based on these arguments, we have created a work team whose mission is to collect, identify and classify earthworms from Eastern Algeria. Initially the team will prepare a document faunistic and biogeographical on earthworms which will be followed by ongoing projects concerning ecological, evolutionary and phylogenetic aspects of earthworms. The interest of this teamwork is based on a consistent sampling effort as well as the taxonomic expertise qualified for the determination of earthworms. The objective of our study is different from all the work cited above (it is the only that provides data related on biodiversity of earthworms in Eastern Algeria. It will contribute to enrich the information about the relationship of earthworms with some physical and chemical soil caracteristics. It is possible that climatic factors (temperature and precipitation) associated with soil conditions influence the earthworm's communities [9]. He suggests that the soil fauna responds to altitudinal, latitudinal or zonal gradients the same as the other living organisms.

RESULTS

Eighteen species were identified (table 1). The species Ap. trapezoidesis most dominant in the study area.The anecic earthworms are the most frequent. They are able to nest in the deeper layers where they can probably develop mechanisms of resistance such as estivation or other.

Soil characteristics and earthworms interactions

Table 2 indicates that the pH is negatively and moderately correlated with density (r = - 0,43). However, the conductivity is negatively correlated with density (r = - 0,41) and biomass (r = - 0,49).
It seems that conductivity impedes the activity of the earthworms. With regard to the influence of pH, the situation is more linked to climatic factors; because the density of earthworms is low at the sitesat high pH,located in semi arid and arid area. Unlike the stations at low pH, located in the humid and sub-humid bioclimatic stages which reveal a higher density; certainly the humidity is the limiting factor.The ACP analysis exposes the following results.

DISCUSSION

In Algeria, the transition of the northern part well watered to the southern sector arid and poor, is fast and you get faster to the steppe area [14].
The climate,usually dry, is not favourable to the development and dispersal of earthworms.The reason why, earthworm's biodiversity is low throughout the Maghreb territory (Morocco, Algeria and Tunisia);where 33 specieshave been determined of which 24 are located in Algeria [6]. In the studied transect we have identified 18 species, of which 10 had been already determined [6]. In the Algiers region11 species had been identified [2]. Also, 11 species were found in the Constantine area [15]. In our case, 4 species do not appear in the list of these authors: Ap. trapezoides, Ap. monticola, Ap. tetramammalis et Ap. carochensis.
In General, Eastern Algeria earthworms dominated by species Ap. trapezoides,are a smaller version of the southern iberian peninsula fauna, especially the South of Andalusia and the Portugal with some endemic forms, and a few circum-mediterranean and tyrrhenian species such as H. redii[16], [17] and [18].The presence of the latter in Algeria and Tunisia reveals the existence of a relationship between the Corsica-Sardinia-Sicily-Italy and the North African[6] and

[19].
Extending from the wet stage bioclimatic on the arid, our field of study covers a diversity of soils, which is explained by the nature of the bedrock responsible for the formation of acidic substrates on the northern part of the country and more calcareous soil inwards the southern area.
There is also the precipitation'sparameter which play a role in soil leaching, leading to pH with mean values ranging from 6,96 ± 0,84 in the humid bioclimatic stage (to the North) to 8,09 ± 0,37 and 8.00 ± 0,31 in the sub-arid and arid (to the South). The average values of CaCO3 oscillate from 13.65 ± 19.33 in the wet bioclimatic stage at 39.21 ± 19.95 and 60.71 23.93 respectively in the arid and semi arid. The conductivity values are considerably less than 8 ms/cm, so the soil is not saline. However, the values are higher in inland stations in the semi arid and arid stages due to the presence of rocks rich in limestone or gypsum [20].The reason why the soils are highly to excessively calcareous in sampling stations of this part of our study field.
All these factors may influence biological diversity, distribution and abundance of the earthworm's populations. The works[21] and [22] define values limits of pH with the distribution of earthworms which are generally absent in very acidic soils (pH <3.5) and few in soils with a pH < 4.5 [23].The majority of species of temperate regions are found in soils with pH between 5.0 and 7.4 [24].In our study, the low values of density and biomass are located in the sampling stations where the averages of pH, CaCO3 and conductivity are high,but they are also, due to aridity characterizing these environments.
Other factors may influence the distribution and abundance of earthworm's populations, as the type and texture of the soil [25], [26] and [27]. Furthermore,it was found a significant positive correlation between the abundance of earthworms and the rate of clay soils [28]. In our work, lumbricidae parameters (density and biomass) are also related to the silty and clayey fraction while emphasizing that the stations containing more clay are consistent to the elevated M.O.
The assessment of the level of organic matter is based on the content of clay and calcaire soil. More soil is calcareous, more it blocks organics matter. For soils of our stations located on bioclimatic semi arid and arid stages are weak to moderately equipped in M.O, While those in the northern part of the transect (sub humid and humid), the levels are well equipped to high, they are between 6.00 ± 1.80 and 5.80 ± 9.75. Here, the density of the lumbricidae is higher; that suggests a close link of earthworms with the M.O, which is the source of their food. Many studies have shown a positive correlation between the density or biomass of earthworms and the content of organic matter in the soil [29], [30].

In this study, the parameters C, M.O, N, clay and silt are correlated. They still oppose the sandy texture. In general, heavy soils contain more total nitrogen than the light soil[31].
Our sampling soils are generally rich in nitrogen, particularly northern stations where averages are identified in the order of 0.73 ± 0.47 (humid stage) to 1.06 ± 0.37 (sub humid stage). These levels can be explained by the texture of soils and their high clay content[31], as well as the rate of the M.O which play an important role in the supply of nitrogen soil after its mineralization [31].
The C/N ratio provides useful indications on the evolution of the organic matter of the soil. The values are weak overall statements of our stations (averages range from 2.98 ± 1.41 to 5.38 ± 3.80)that show that theconditions are favorable for the high mineralization of organic matter signifying a good biological activity.
So, the edaphic parameters affect the earthworm's species. There is an optimal pH for each species [26].Alsothey have food preferences;it was shown that most worms prefer the manure or fat herbs and the leaves of the trees [32]. However, the pine needles were less appreciated.
The C/N ratio is a measure of quality of the organic material as a source of energy. It was awarded 49 species for which the C/N ratio optimal for growth is less than 13 and 18 species have an optimal C/N greater than or equal to this value [10]. It was reported that Aporrectodea caliginosa, Aporrectodea rosea, Lumbricus terrestris and Lumbricus castaneus occupy the soil with a C/N ratio less than 8 [33]. It is also the case for soils and earthworms in our field of study.
The results obtained in this study allow defining two groups of species. The first consist in its majority ofendogeic species (Hormogaster redii, Octodrilus maghrebinus, Octolasion lacteum, Microscolex dubius), presents trends toward soils with high organic matter content, sandy and silty fractions but less rich in clay. The second group formed as a whole by anecics (Aporrectodea trapezoides, Allolobophora chlorotica, Aporrectodea tetramammalis, Aporrectodea carochensis) and endogeic species (Aporrectodea rosea, Microscolex phosphoreus, Aporrectodea caliginosa, Proctodrilus antipae) shows a trend with low values of sand and silt but high values for pH and CaCO3.
These results approach the different works cited in the literature.Octodrilus maghrebinus is a species more associated with oak forests [6].Octolasion lacteumhas been described as taxon confined in biotopes organic, neutrophils and relatively acidtolerant [10]. Hormogaster redii, seems fond relatively damp places and pH flanking 6.2 [10]. It is also harvested in the forest of Edough (Algeria)[6],it is rumored as a

species of litter and remains limited in oak forest-covered mountain[1].Microscolex dubiusis neutrophils and relatively acidotolerante and linked to humid soils clay or sandy rich in litter[10]. The Octodrilus complanatus taxon is present in agricultural soils and the edges of forests mainly in the areas of sparse trees and wet organic substrates [34].

The species of the second group are more affected by other soil factors. Allolobophora chlorotica which is a ripicol species, hygrophile, affecting wetlands; it presents characters of calcareous and lives in less organic substrate[10].P.antipaiis subservient to the floodplains;it prefers essentially alluvial type clay soils [35].Ap. Caliginosa may be present in all types of substrate even in poor sand soil [38] and [39]. Aporrectodea rosea is indifferent to the type of substrate, it is generally more abundant in moist soils, and itnests in the mineral horizon[1]. Aporrectodea trapezoidesis often abundant in the orchards and fields of crops receiving important inputs of organic matter [38]. Allolobophora molleri lives in very wet soils with a pH from 5.75 to 7.0[39]. With regard to Eisenia foetida, which meets only in organic-rich environmentssuch as animal manure or compost piles, it lives in the upper mineral soil horizon [26].

In this regard, many deviations are found between different authors for example some factorsseem important for a species may be not significant for the other [40, 41, 42]. These divergences between authors can be explained by the use of numerical methods which some would be inappropriate for the desired objectives [43].

It should be noted also that the soil is a complex environment where the interaction between several factors, such as the bedrock, the climate, the topography and the vegetation,is non-negligible. All these parameters influence the dynamics of populations of earthworms.

Sources : Sciences&TechnologieC – N°37Juin (2013), pp.22-31. Université Constantine 1, Algérie, Juin 2013

SOIL COMPACTION IN CROPPING SYSTEMS: A REVIEW OF THE NATURE, CAUSES AND POSSIBLE SOLUTIONS.

M.A. Hamzaa, W.K. Andersonb 2004

Le semis direct peut apporter une solution à la question de la compaction des sols. Cela est d'autant plus net que des résidus de récoltes soient restitués au sol. Une revue sur le sujet par deux auteurs travaillant en Australie.

Abstract : Soil compaction is one of the major problems facing modern agriculture. Overuse of machinery, intensive cropping, short crop rotations, intensive grazing and inappropriate soil management leads to compaction. Soil compaction occurs in a wide range of soils and climates.

It is exacerbated **by low soil organic matter content** and use of tillage or grazing at high soil moisture content. Soil compaction increases soil strength and decreases soil physical fertility through decreasing storage and supply of water and nutrients, which leads to additional fertiliser requirement and increasing production cost. A detrimental sequence then occurs of reduced plant growth leading to lower inputs of fresh organic matter to the soil, reduced nutrient recycling and mineralisation, reduced activities of micro-organisms, and increased wear and tear on cultivation machinery.

This paper reviews the work related to soil compaction, concentrating on research that has been published in the last 15 years. We discuss the nature and causes of soil compaction and the possible solutions suggested in the literature. Several approaches have been suggested to address the soil compaction problem, which should be applied according to the soil, environment and farming system.

The following practical techniques have emerged on how to avoid, delay or prevent soil compaction:

- (a) **reducing pressure** on soil either by decreasing axle load and/or increasing the contact area of wheels with the soil;
- (b) **working soil** and allowing grazing at optimal soil moisture;
- (c) **reducing the number of passes** by farm machinery and the intensity and frequency of grazing;
- (d) **confining traffic** to certain areas of the field (controlled traffic);
- (e) **increasing soil organic matter** through retention of crop and pasture residues;
- (f) **removing soil compaction** by deep ripping in the presence of an aggregating agent;
- (g) **crop rotations** that include plants with deep, strong taproots;
- (h) **maintenance** of an appropriate base saturation ratio and complete nutrition to meet crop requirements to help the soil/crop system to resist harmful external stresses.

a Department of Agriculture, Western Australia, Dryland Research Institute, Merredin, WA 6415, Australia

b Department of Agriculture, Albany, WA 6330, Australia

SOIL ORGANIC CARBON FRACTIONS UNDER CONVENTIONAL AND N0-TILL MANAGEMENT IN A LONG-TERM STUDY IN SOUTHERN SPAIN

R. Carbonell-Bojollo A F, E. J. González-Sánchez B C, M. Repullo Ruibérriz de Torres A, R. Ordóñez-Fernández A, J. Domínguez-Gimenez D and G. Basch E. 2015

In dryland farming systems under a Mediterranean climate, soil quality and productivity can be enhanced by increasing the content of soil organic carbon (SOC) through alternative soil management systems. Some fractions of C are directly involved in increasing total SOC and therefore in enhancing any benefits in terms of soil properties. This study compares the viability of no-till farming (NT) with conventional (traditional) tillage (TT) for improving SOC levels.

The influence of management practices was investigated for different fractions of C (particulate OC, active OC, humic acids, fulvic acids) and CO2 emissions in clayey soils in the south of Spain. The experiment was conducted over three farming seasons (2006–07, 2007–08 and 2008–09) covering a crop rotation of peas (Pisum sativum L.), wheat (Triticum aestivum L.) and sunflowers (Helianthus annuus L.).

The NT system improved the levels of the different fractions of C in the surface soil and reduced the amount of CO2 released into the atmosphere compared with the TT system. Generally, the relationship between CO2 and SOC content was greater in soils under NT for the farming seasons sampled.

Sources : Corresponding author. Email: rosam.carbonell@juntadeandalucia.es Soil Research 53(2) 113-124 http://dx.doi.org/10.1071/SR13369

Problématique de l'érosion et du transport solide en Algérie septentrionale -

PROBLEMATIQUE DE L'EROSION ET DU TRANSPORT SOLIDE EN ALGERIE SEPTENTRIONALEe

Bénina Touaibia 2010
École nationale supérieure de l'hydraulique Laboratoire d'hydrologie BP 31 09000 Blida Algérie <touaibiabenina@yahoo.fr> Demande de Tirés à part : B. Touaibia

Résumé Les pertes en sols des terres, leur transport et sédimentation dans les infrastructures hydrauliques, hydro-agricoles, portuaires, routières… ont poussé les décideurs à examiner de plus près cette problématique, vu son ampleur et les conséquences qu'elle engendre face aux changements climatiques attendus. Des outils d'investigation ont été mis en œuvre pour tenter de maîtriser le phénomène, malheureusement les sols continuent à se dégrader malgré une lutte antiérosive intensive entreprise à l'échelle des bassins-versants des barrages en exploitation, dans une première phase. Le phénomène a atteint un stade parfois irréversible. Toutes les formes d'érosion y sont associées, laissant des paysages désolés. Le phénomène s'est accru et s'amplifie aussi bien dans l'espace que dans le temps, aggravé en maints endroits par le changement climatique. Des alternances d'inondations torrentielles et de sécheresses prolongées sont observées. Conjuguées à une action anthropique non contrôlée (incendies, défrichement, surpâturage…), elles rendent le bassin d'alimentation et le réseau d'écoulement très vulnérables au phénomène érosif. Cette problématique complexe reste difficile à quantifier. Si à l'échelle de la parcelle ce phénomène est maîtrisable, il l'est moins à l'échelle du bassin-versant. L'insuffisance ou l'absence de données de jaugeage et de teneurs en sédiments rend plus complexes la connaissance et l'identification du phénomène. Seules des synthèses régionales et des études bathymétriques peuvent permettre d'identifier les zones productrices de sédiments et d'élaborer des cartes ou des abaques d'aide à la décision. Tous nos travaux de recherche sont axés sur ce type d'approche et cet article propose une synthèse des résultats obtenus dans le contexte algérien en zone semi-aride.

L'érosion, le transport des matériaux arrachés au bassin d'alimentation et au réseau d'écoulement, leur dépôt dans les infrastructures hydrauliques, hydro-agricoles, portuaires et routières sont un ensemble de phénomènes dont la complexité à l'échelle du bassin reste difficile à mettre en équation du fait de la diversité des facteurs aussi bien naturels qu'anthropiques mis en jeu. Si dans certains pays, les stratégies développéesàtraversaussibiendestechniques agronomiques (gestion conservatoire de l'eau et du sol à l'échelle de la parcelle) [1], que des mesures hydrauliques (à l'échelle des petits bassins) [2] ont montré leur efficacité, dans d'autres pays, des échecs considérables ont été enregistrés, dus essentiellement à une forte croissance démographique et à une politique non adaptée suite à l'évolution des sociétés en pleine mutation. Cette conjoncture a créé des déséquilibres régionaux amplifiant l'exode rural, et a livré les terres au morcellement foncier, à une sur exploitation et un surpâturage intenses, engendrant ainsi leur appauvrissement et leur dégradation.Devant ces changements d'états de surface, les conditions du ruissellement ont évolué sur les bassins, modifiant le relief en accentuant l'érosion dont les conséquences sont bien visibles, notamment sous les climats semi-arides. Les changements climatiques vont contribuer à accélérer l'érosion surtout sur la rive sud du Bassin méditerranéen, où des périodes d'inondations torrentielles et de sécheresses sont observées. Le développement durable d'un pays passe par la maîtrise de son patrimoine eau-sol. Le traitement des bassins contre l'érosion est impératif, et l'impact des aménagements dans la maîtrise du ruissellement sera bénéfique tant au niveau de la parcelle qu'à l 'échelle du bassin-versant.

Historique

De nombreuses sociétés rencontrent des problèmes de dégradation du milieu liés à différents types d'érosion [3] et chacune d'elles, selon ses spécificités régionales et naturelles, a tenté de trouver une solution pour freiner le phénomène. En plus des phénomènes naturels, d'autres facteurs, tels les guerres [4], les colonisations, les incendies,sontentrésenjeuetontamplifié l'action érosivede l'eau. Lestechniques de la lutte antiérosive se sont développées empiriquement depuis des siècles. Les premières recherches scientifiques ont commencé en Allemagne dans les années 1890 avec les premières parcelles expérimentales [2]. C'est entre 1925-1930, après la Première Guerre mondiale, que l'idée de restaurer les sols est apparue en Amérique d'abord, avec la défense et restauration des Sols (DRS) axée sur la conservation de l'eau. Dans les années 1850, en France, apparaît la pratique de la restauration des terrains de montagne (RTM) [1]. Plusieurs travaux ont été réalisés, notamment ceux de WischmeïeretSmith,établissantuneéquation universelle des pertes en sols sur les terrains cultivés reposant sur l'intensité de la pluie et l'énergie cinétique des gouttes d'eau [5]. Dans les années 1940, apparaît la lutte antiérosive dans le Bassin méditerranéen, qui continue à se pratiquer jusqu'aux années 1990, mais qui aboutit souvent à des échecs en Algérie. On peut citer l'exemple des banquettes réalisées lors de la période coloniale et après

l'indépendance, sur plus de 66 000 hectares de terres cultivées, plus précisément sur des marnes et des argiles, qui sont actuellement dans un état de dégradation très avancée [6]. La reforestation de 800 000 hectares (barrage vert) et de 350 000 hectares aménagés en banquettes entre 1962 et 1973, n'a pas amélioré la situation. Malgré 50 années de lutte antiérosive, les sols continuent à se dégrader [7]. Plusieurs zones pilotes ont été créées, à partir des années 1970 (Médéa, Mascara,Mina,Tlemcen)afind'évaluerlephénomèneérosif.Danslebassin-versantdela Mina par exemple [8], en 1995, les résultats ont montré que l'érosion par ravinement du réseau d'écoulement est très intense par rapport à l'érosion en nappe des surfaces cultivées ou en jachère [9]. L'érosion en ravines du réseau hydrographique peut provoquer une exportation de matériau jusqu'à 100 fois plus importante que celle issue de l'érosion en nappe [10]. Avec une érosion spécifique annuelle moyenne variant entre 2000 et 4 000 t/km2,l 'Algérie est classée parmi les pays aux sols les plus érodibles du monde. On compte en moyenne annuellement entre 1 et 2 millions de m3 le volume de sédiments arraché au bassin et déposé en mer pour les seuls bassins tributaires de la Méditerranée [11]. Certaines régions productives en sédiments ont dépassé le seuil critique [2]. L'érosion hydrique pose de graves problèmes sociaux, poussant la populationàl'exoderural,suiteàlaréduction de la surface agricole utile (SAU). Face à de graves pénuries d'eau, à un envasement précoce de plus de 50% des barrages et à une dégradation croissante de la qualité des eaux, une nouvelle politiquedel'eaus'estinstaurée,cesdernières années, en favorisant, techniquement et financièrement, les aménagements des bassins-versants, seul moyen pour freiner le ruissellement et augmenter la capacité de stockage des sols réservoirs (sol et barrages), face aux événements climatiques catastrophiques qu'il est impossible de contrôler.

Problématique de l'érosion et du transport solide

L'aspect le plus important de l'érosion est l'érosion pluviale et plus précisément l'érosion par ruissellement. Les terrains étant nus (déboisement, jachère, labour…), le ruissellement qui fait suite aux averses torrentielles décape progressivement les horizons supérieurs du sol. La lame d'eau, en mouvement le long des versants, se divise progressivement en filets d'eau, qui se regroupent dans les petites dénivellations du sol. Concentrée, cette lame déploie uneforcelui permettant d'arracher lesobstacles. Emportés par l'eau, ces derniers, vont augmenter la faculté d'érosion, qui se voit amplifiée avec l'épaisseur de la lame d'eau ruisselée, la longueur et la pente du versant. Les inondations de Bab El-Oued (Alger) en novembre 2001, où plus d'un millier de personnes ont péri, ensevelies dans la boue, en sont un exemple. Sur 2,6 millions de m3 ruisselés, un volumede800000m3 desédimentsarrachés au bassin a transité via l'écoulement poursedéposerdanslespartiesbassesde la ville et atteindre une hauteur de vase dépassant 3 m par endroits [12]. 2 Sécheresse vol. 21, n° 1e, 2010
Les facteurs favorisant l'érosion sont nombreux: pente, nature des roches, relief, climat, et homme en fin de chaîne. En région méditerranéenne, et notamment en zone semi-aride, le climat est le premier responsable du phénomène avec les variations spatio-temporelles brusques observées de la pluie et des écoulements, l'action du gel et du dégel, le pouvoir évaporant du sirocco. En Algérie, le climat est très agressif avec despluiestrèsirrégulières.Lespluiestorrentiellessontfréquentesenautomne,avecdes intensités dépassant souvent 45 mm/h, au moment où la couverture végétale est absente, engendrant, en des temps de concentrations des eaux très courts, des crues fortes, rapides et chargées de sédiments, dont les conséquences, ont des répercussions directes, tant à l'amont par des pertes de sols et des ravinements qu'à l'aval par des inondations et des dépôts de sédiments (routes, autoroutes, barrages, plages, etc.), des pertes de vies humaines et matérielles, et, bien évidemment, le détarage de stations hydrométriques. Les facteurs anthropiques ont participé de façon remarquable à la dégradation des sols par les incendies, les défrichements, lemorcellement dufoncier,lesurpâturage, …rendant les bassins-versants très vulnérables au ruissellement. D'après une étude faite par Avias [13], lorsque 800 moutons passent dans un champ un jour de pluie, il ne reste plus d'herbe, ni même de racines d'herbe et, si la pente est suffisante, il se déclenche une érosion par ruissellement et par ravineaux et ravins dont certains peuvent dépasser 1 m de profondeur.

Résultats et conséquences de l'érosion hydrique

L'ampleur de l'érosion et ses stades d'évolution confèrent à la nature des paysages très différents les uns des autres, passant graduellement de la griffe au ravinement. Les résultats de l'érosion pluviale se traduisent par des paysages empierrés, des glissements de terrains, des mouvements de masse, un ravinement intense et des envasements des infrastructures de mobilisation d'eau. Lesconséquencessontd'autantplusgraves que l'érosion est active dans les régions exemptes d'aménagements, engendrant des pertes économiques très importantes (inondations et asphyxies des terres cultivées, envasement de barrages…) en provoquantunrégimed'écoulementtorrentiel. Sur le bassin d'alimentation, le transport solide provoque un colmatage superficiel dessols(solslourds)et augmente leruissellement aux dépends de l'infiltration. L'érosion va contribuerauchangementprogressif du relief, en

accentuant les pentes, en provoquant des ravinements intenses et en accélérant la formation du réseau hydrographique au profit des surfaces arables. L'envasement des barrages, l'affouillement etlecomblementdeslits d'oueds sont spectaculaires en Algérie. La vitesse de colmatage des ouvrages d'art est variable d'un barrage à un autre selon la force de l'érosion et de la lame ruisselée [14]; la durée de vie d'un barrage est estimée à une trentaine d'années [15]. Un cas frappant de sédimentation a été étudié. Durant les mois de juin et juillet 2002, 45 000 m3 de vase consolidée ont été enlevés d'un barrage de prise, après avoir mobilisé toutes les infrastructures du périmètre d'irrigation de la Mitidja ouest [16] (voir figure 1 par exemple). L'érosion par ravinement du réseau d'écoulement, qui peut représenter à elle seule plus de 50% de l'apport solide annuel, est la forme d'érosion la plus grave en Algérie. Des lâchers d'eau de barrage peuvent facilement augmenter l'apport de sédiments: c'est le cas du barrage de Bakhadda, où nous avons observé pour la seule année 1994-1995 au droit de la station de l'oued El-Abtal, un apport de sédiments représentant cinq fois l'apport moyen interannuel [17]. Vu la gravité du phénomène et pour prolonger leur durée de vie, une étude a été entreprise en 2001 [18], sur 15 barrages en exploitation (figure 2), dont la capacité dépasse 100 Mm3 chacun (tableau 1). La perte de capacité au profit de la vase, sur une période d'exploitation d'une dizaine d'années, est estimée à 734 Mm3, ce qui représente 25% de la capacité totale de la totalité des barrages et touche plus de 50% de ces barrages. Sur les 15 barrages étudiés (figure 3), 7 d'entre eux ont vu leur volume mort dépassé. Il s'agit du volume qui sera rempli de sédiments pendant la période d'exploitation du barrage. Il est calculé sur une période d'exploitation donnée du barrage (en général 50 ans pour les grands barrages). C'est un volume qui ne participe pas à l 'exploitation du barrage. Dans le cas de figure en question, le phénomène concerne les barrages Of, Gh, Ch, Sm, De, Sa, Bo. Pour les barrages, ayant plus de 50 années d'exploitation (Of et Gh), il est difficile de parler d'envasement, même si leur capacité utile est affectée puisque la période pour laquelle le volume mort a été calculé est atteinte. Cependant, les barrages affectés sont ceux qui ont une période d'exploitation de moins de 25 ans. Deux approches adoptées ont permis d'estimer la vase déposée dans les cuvettes de barrages: l'une se fonde sur le taux de rétention des sédiments Tr et l'autre sur l'observation. Exprimé en pourcentage de matériaux solides retenus ou décantés, Tr est défini comme étant le rapport entre la quantité de sédiment déposée et les apports solides totaux. La méthode de Brune, qui fait intervenir la capacité de la retenue et les apports liquides moyens annuels [19] et donne un Tr propre à chaque retenue dépassant les 96%, a été adoptée pour les barrages choisis. Sur la base de Tr, la quantité de sédiments déposés annuellement est corrigée Ascorrigé, ce qui permet de calculer le volume solide Vsestimé,2001 retenu dans le barrage. En prenant le taux de rétention pour base, le volume des sédiments a été estimé et comparé, comme le montre le tableau 2. Les observations de mars 2001ont permis,

-d'une part, d'identifier le niveau de vase dans les 15 barrages pour une meilleure prise en charge du problème d'envasement,

-et, d'autre part, de comparer la réalité avec les valeurs des apports solides tirées des avant-projets détaillés (APD).

La quantité de vase déposée ou volume solide Vsobs,2001 figure dans le tableau 2. La perte en capacité (tableau 2) au profit de la vase est estimée à 734 Mm3, soit environ 25% de la capacité totale. Les valeurs de l'apport solide calculées sur la base de l'observation Asobs,2001 sont très significatives relativement à celles tirées des APD. L'écart entre les volumes solides estimés et observés est de 229 Mm3, soit une erreur de 31%, ce qui reste évidemment très appréciable. La visualisation de cet écart est représentée dans la figure 4 pour les 15 barrages. Sur la base de la valeur de l'apport solide observé annuellement Asobs,2001 (tableau 2), le délai de service de chaque barrage est calculé (tableau 3). Pour une durée d'exploitation de moins de 30 ans, 4 barrages seront complètement envasés si une protection n'est pas mise en place, perdant ainsi une capacité de 858 Mm3. Le barrage de Deurdeur est le plus affecté : théoriquement, en 2028, la vase devrait avoir atteint le niveau normal de la retenue, qui sera donc complètement envasée. Une étude très approfondie sur l'érosion hydrique a permis d'identifier les différentes formes d'érosion et de déterminer la plus agressive, sur différentes échelles spatiales allant de 1 m2 à 5 000 km2, à savoir: simulation de la pluie sur 1m2 et 87 m2, application de l'équation universelle des pertes en sol sur des parcelles de 8x22 m, les microbassins expérimentaux de l'ordre de l'hectare, les retenues collinaires, les bassins-versants au droit des stations hydrométriques et au droit d'un barrage [17]. L'estimation de l'érosion spécifique et l'identification de la forme d'érosion à différentes échelles spatiales sont récapitulées dans le tableau 4.

Tableau 1. Caracte ´risation des e ´coulements au droit des sites.
Nom du barrage Mise en service
Surface (km2)
Apport liquide (Mm3)
Coefficient écoulement
Erosion speécifique (t/ha/an)
Oued Fodda* (Of) 1932 800 120,0 0,23 24,00 Ghrib* (Gh) 1939 2 800 148,5 0,14 7,50 Cheffia* (Ch) 1965 575

138,0 0,26 27,13 Sidi M. Be ´naouda* (Sm) 1978 4 900 120,0 0,42 3,36 Guenitra (Gu) 1984 202 55,0 0,32 8,37 Deurdeur (De) 1985 468 45,0 0,10 23,06 Sidi Yacoub (Sy) 1985 920 98,0 0,17 14,90 Ain Zada (Az) 1986 1 070 90,0 0,13 4,38 Bouroumi (Bo) 1986 150 26,0 0,37 69,33 Ouizert (Ou) 1987 2 100 84,0 0,07 2,60 Hammam Debagh* (Hd) 1987 1 070 69,0 0,10 5,05 Keddara (Ke) 1987 93 27,3 0,03 32,15 Sidi Abdelli (Sa) 1988 1 100 70,0 0,13 2,10 Gargar (Ga) 1988 2 900 185,0 0,16 20,62 Oued Cherf (Oc) 1995 1 735 33,0 0,20 3,00
* barrages pre ´sentant des leve ´s bathyme ´triques (Agence nationale des barrages [ANB], rapports internes 1993 et 2000).
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Of Gh Ch Sm Gu De Sy Az Bo Ou Hd Ke Sa Ga Oc Barrages
Vinitial (Mm3) Vmort (Mm3) Vs 2001 observé (Mm3)
État des barrages
Volume (Mm3)
Figure 3. Étatd'envasementdesbarrages(mars2001). Vs:volumesolide. Of: Oued Fodda; Gh: Ghrib; Ch: Cheffia; Sm: Sidi M. Bénaouda; Gu: Guenitra; De: Deurdeur; Sy: Sidi Yacoub; Az: Ain Zada; Bo: Bouroumi; Ou: Ouizert; Hd: Hammam Debagh; Ke: Keddara; Sa: Sidi Abdelli; Ga:Gargar;Oc:OuedCherf.

Discussion et recommandations

Les résultats d'un grand nombre d'études réalisées sur plusieurs bassins-versants sont probants: l'érosion en nappe reste la forme la plus faible, au profit de l'érosion du réseau d'écoulement par ravinement qui est la forme la plus dangereuse. Le seuil tolérable de 10 t/ha/an a été largement dépassé. En termes d'érosion spécifique, l'estimation de la quantité de matériau arraché annuellement sur une surface donnée ne peut être extrapolée quel que soit l'espace considéré en termes de surface; autrement dit, il est impossible d'extrapoler les valeurs d'érosion d'une échelle spatiale à une autre. Les infrastructures hydrauliques algériennes, notamment «les barrages», courent un vrai danger d'envasement et de sédimentation. La lutte antiérosive continuelle s'impose pour leur préservation et la protection des terres à l'amont. Le réseau d'écoulement est le plus affecté, le transit des lâchers sur des tronçons de cours d'eau non aménagés amplifie le sapement des berges et l'affouillement du lit, créant des dépôts importants à l'aval. Dans la plupart des études menées, dans le cadre des projets de recherche ou des travaux de thèses, du fait de l'insuffisance, voire en l'absence de données hydrométriques et de concentrations en sédiments, la quantification de l'érosion à l'échelle du bassin-versant passe par une régionalisation en identifiant les caractéristiques hydromorphométriques quantifiables des bassins étudiés, l'état du sol par rapport à sa couverture végétale, la bathymétrie des ouvrages d'art. Seules les synthèses régionales pour lesquelles des formules [20] et des abaques ont été établies afin de quantifier l'apport solide en l'absence de données hydrométriques peuvent prétendre approcher la réalité [21]. Aussi, dans le traitement des données de concentrations, vu le caractère temporel très irrégulier des écoulements liquide et solide, l'homogénéisation des données au droit d'une station hydrométrique doit se faire à l'échelle mensuelle pour la quantification des apports annuels [22]. Il s'est avéré que le modèle régressif «puissance» explique significativement la relation débit liquide-débit solide, ce qui permet de combler les lacunes pour la quantification des matériaux arrachés au bassin. L'effet de surface joue un rôle négatif dans l'estimation de l'érosion spécifique, seule

Tableau 2. Taux de re ´tention et volume solide estime ´.
Barrages Anne ´e de mise en service
Apport solide (Mm3)
Taux de re ´tention (Tr) %
Ascorrige ´ (Mm3)
Vsestime ´,2001 (Mm3)
Vsobs,2001 (Mm3)
Of 1932 2,70 97,0 2,62 181 165 Gh 1939 3,20 97,5 3,12 193 154 Ch 1965 0,17 96,8 0,16 6 39 Sm 1978 1,03 97,0 1,00 23 73 Gu 1984 0,13 98,0 0,13 2 3 De 1985 0,83 98,0 0,81 13 43 Sy 1985 0,17 98,0 0,16 3 95 Az 1986 0,52 96,8 0,34 5 10 Bo 1986 0,80 98,2 0,79 12 40 Ou 1987 0,30 98,0 0,29 6 9 Hd 1987 0,05 98,1 0,53 4 19 Ke 1987 0,23 98,2 0,05 1 2 Sa 1988 0,18 97,4 0,18 2 10 Ga 1988 4,10 98,1 4,02 52 59 Oc 1995 0,52 98,2 0,51 3 14 Total 507 734
Of : Oued Fodda ; Gh : Ghrib ; Ch : Cheffia ; Sm : Sidi M. Be ´naouda ; Gu : Guenitra ; De : Deurdeur ; Sy : Sidi Yacoub ; Az : Ain Zada ; Bo : Bouroumi ; Ou : Ouizert ; Hd : Hammam Debagh ; Ke : Keddara ; Sa : Sidi Abdelli ; Ga : Gargar ; Oc : Oued Cherf.

Tableau 3. De ´lai de service des 15 barrages (dure ´e de vie).
Barrages Asobs,2001 Mm3

De ´lai de service an
Anne ´e d'extinction
Of 2,39 95 2027 Gh 2,48 113 2052 Ch 1,08 158 2123 Sm 3,17 74 2052 Gu 0,18 694 2618 De 2,69 43 2028 Sy 5,94 47 2032 Az 0,63 198 2184 Bo 2,67 82 2068 Ou 0,64 156 2143 Hd 1,36 162 2149 Ke 1,21 181 2168 Sa 0,77 143 2131 Ga 4,54 99 2087 Oc 2,33 67 2062
Of : Oued Fodda ; Gh : Ghrib ; Ch : Cheffia ; Sm : Sidi M. Be ´naouda ; Gu : Guenitra ; De : Deurdeur ; Sy : Sidi Yacoub ; Az : Ain Zada ; Bo : Bouroumi ; Ou:Ouizert;Hd:HammamDebagh;Ke:Keddara; Sa : Sidi Abdelli ; Ga : Gargar ; Oc : Oued Cherf.
0
50
100
150
200
250
Of Gh Ch Sm Gu De Sy Az Bo Ou Hd Ke Sa Ga Oc Barrages
Volume solide (Mm3)
Vs 2001 estimé (Mm3) Vs 2001 observé (Mm3)

Figure 4. Écartengendréentrelesvaleursestiméesetobservées. Vs:volumesolide. Of: Oued Fodda; Gh: Ghrib; Ch: Cheffia; Sm: Sidi M. Bénaouda; Gu: Guenitra; De: Deurdeur; Sy: Sidi Yacoub; Az: Ain Zada; Bo: Bouroumi; Ou: Ouizert; Hd: Hammam Debagh; Ke: Keddara; Sa: Sidi Abdelli; Ga:Gargar;Oc:OuedCherf.

l'identification des zones productives en sédiment peut montrer leur degré de vulnérabilité au phénomène érosif. Deux courants opposés abordent le transport solide des cours d'eau exoréiques en climat semi-aride. Si les hydrologues souhaitent que les sédiments soient freinés à l'amont pour éviter leur dépôt dans les infrastructures à l'aval, les océanographes préfèrent que ces derniers atteignent la mer pour la stabilisation des côtes [23] et les aménagements hydrauliques des cours d'eaurestentàl'origined'undéficitduflux sédimentaire qui arrive en mer [24] et participe en partie à la dégradation du littoral. D'après Collins [25], une régression nette des côtes méditerranéennes est observée suite à une diminution du flux sédimentaire arrêté par l'implantation des barrages. Seule une gestion intégrée peut couvrir ces deux courants.

Conclusion

Les travaux réalisés en zone semi-aride ont montré la gravité du phénomène de l'érosion hydrique et particulièrement de l'érosion par ruissellement.
À l 'échelle de la parcelle, en régions montagneuses, les paysans sont conscients de la gravité du phénomène et tendent à mettre en valeur leur terre pour une meilleure rentabilité grâce aux subventions de l'État.
À l 'échelle du bassin, le problème est plus complexe, vu l'étendue du pays. Plusieurs études ont été menées pour identifier les zones productives et proposer des plans d'aménagements pour les bassins-versants de barrages très touchés par l'érosion. Cette synthèse reste une contribution et un appui scientifique et technique à la problématique de l'érosion en Algérie du Nord.

Références

1. Roose E.Introduction a ` la gestion conservatoire de l'eau de la biomasse et de la fertilite ´ des sols (GCES). Bulletin pe ´dologique FAO 1994; (70) : 420 p.
2. Gomer D.E ´coulementete ´rosiondansdespetits bassins-versantsa `solsmarneuxsousclimatsemiaride me ´diterrane ´en. Projet pilote d'ame ´nagement inte ´gre ´ du bassin versant de l'Oued Mina. Eschborn (Allemagne) : Coope ´ration Alge ´roAllemande ; GTZ, 1994.
3. Roose E. E ´volution historique des strate ´gies de lutte antie ´rosive. Vers la gestion conservatoire de l'eau de la biomasse et de la fertilite ´ (GCES). Bulletin Re ´seau Erosion 1999 ; 19 : 11-25.
4. Sari D. L'homme et l'e ´rosion dans l'Ouarsenis en Alge ´rie. Alger : SNED, 1977.
5. Wischemeı ¨er WH, Smith DD. Predicting rainfull erosion losses: Guide to conservation planning. Agriculture HandBook, N° 232. Washington (DC) : USDA, 1978.
6. Arabi M, Kedaid O, Bourougaa L, Asla T, Roose E. Bilan de l'enque ˆte sur la de ´fense et restauration des sols (DRS) en Alge ´rie. Secheresse 2004 ; 15 : 87-95.
7. Heusch B. Cinquante anne ´es de banquettes de DRS en Afrique du Nord. Cah Orstom Ser Pe ´dologie 1986 ;

22 : 153-62.
8. Gomer D. L'ame ´nagement des zones marneusesdanslebassin-versantdesmontagnesdel'Atlas Tellien semi-aride. Eschborn (Allemagne) : GTZ, 1996.
9. Kouri L. L'e ´rosion hydrique des sols dans le bassin-versant de l'Oued Mina (Alge ´rie). E ´tude des processus et types de fonctionnement des ravinsdanslazonedesmarnestertiaires.Universite ´ Louis Pasteur, Strasbourg, 1993.
10. Touaı ¨bia B, Dautrebande S, Gomer D, Aı ¨daoui A. Approche de l'e ´rosion hydrique a ` diffe ´rentes e ´chelles spatiales : bassin-versant de l'Oued Mina. Hydrol Sci J 1999 ; 44 : 973-86.
11. Demmak A. Contribution a ` l'e ´tude de l'e ´rosion et des transports solides en Alge ´rie septentrionale. The `se de docteur-inge ´nieur, universite ´ Pierre et Marie Curie, Paris, 1982.
12. ANRH. Note technique sur l'e ´ve ´nement pluvieux du 9 et 10 Nov. 2001. Document interne. Alger : ministe `re des Ressources en Eau, 2001.
13. Avias JV. Sur quelques me ´canismes de l'e ´rosiond'origineanthropiquedanslemassifduCoiron. Arde `che (e ´tude de cas), et sur leur e ´volution depuislafindu19esie `cle.BulletinRe ´seauErosion 1997 ; 17 : 76-82.
14. Touaibia B, Benlaoukli B, Bouheniche S. Approche quantitative de l'envasement au droit de 15 barrages en exploitation dans l'Alge ´rie du Nord. Confe ´rence Internationale « Hydrologie des re ´gions me ´diterrane ´ennes et semi-arides ». Montpellier : IRD, 2003.
15. Kadik B. L'e ´rosion des sols en Alge ´rie : Proble `mes et perspectives. Se ´minaire sur le bilan de l'efficacite ´ des techniques et l'ame ´nagement des bassins versants. Me ´de ´a : INRF, 1987.
16. TouaibiaB,TouaibiaMK,BenlaoukliB,BessalemA,SidiMousaMF.Impactdesla ˆchersdubarrage El-Moustakbal sur l'envasement d'un barrage de prise d'irrigation. Blida. Alge ´rie. VIIe Confe ´rence internationale des sciences hydrologiques AIHS, Iguac¸u, Bre ´sil, 2005. Hydrol Sci J 2005; Red Book N° 292 : 333-9.
17. Touaı ¨bia B, Gomer D, Aı ¨daoui A. Estimation de l'index d'e ´rosion de Wischmeı ¨er dans les microbassins expe ´rimentaux de l'Oued Mina en Alge ´rie du Nord. Bulletin Re ´seau Erosion 2000 ; 20 : 478-84.
18. Bouhaniche S. Contribution a ` l'e ´tude de l'e ´tat d'envasementdesbarragesdel'Alge ´rieduNord. Me ´moire d'inge ´nieur d'E ´tat en hydraulique, ENSH, Blida, Alge ´rie, 2001.
19. Scartascini J. A method used by agua and Enerhgia electrica Sociedadndel estado for computer the silting-up process in impouding dams. Fourteenth ICOLD Congress, Rio de Janeiro, 1982.
20. Touaibia B, Achite MA. Contribution a ` un essai cartographique de l'e ´rosion spe ´cifique du bassin-versant de l'Oued Mina en zone semiaride de l'Alge ´rie septentrionale. Hydrol Sci J 2003 ; 48 : 235-42.
21. TouaibiaB,BouaichiI.Abaquespourlaquantification de l'e ´rosion spe ´cifique en zones e ´parses : bassin-versant du Cheliff. Huitie `me congre `s de l'IAHS, septembre 2009, Hyderabad, Inde.
22. Touaı ¨bia B, Gomer D, Aı ¨daoui A, Achite M. Quantification et variabilite ´ temporelles de l'e ´coulementsolideenzonesemi-aridedel'Alge ´rie du Nord. Hydrol Sci J 2001 ; 46 : 41-53.
23. MillimanJD.SedimentdeliveryfromMediterraneanrivers:regional,globalandtemporalperspectives. "Fluxes of small and medium-size Mediterranean rivers: Impact on coastal areas". CIESMWorkshop,Trogir,Croatia,2006.Monograph 30.
24. Benmamou A. Ame ´nagements hydrauliques des basins exore ´iques de la Tunisie. Impact sur le flux se ´dimentaire et stabilite ´ du littoral. "Fluxes of small and medium-size Mediterranean rivers: Impact on coastal areas". CIESM Workshop, Trogir, Croatia, 2006. Monograph 30.
25. Collins M, Sefarim P. Fluvial sediment fluxes, intheMediterraneanandBlakSeas,inrelationto coastalevolution:acomparaison."Fluxesofsmall and medium-size Mediterranean rivers: Impact on coastal areas". CIESM Workshop, Trogir, Croatia, 2006. Monograph 30.

Tableau 4. Estimation de l'e ´rosion spe ´cifique a ` diffe ´rentes e ´chelles spatiales.

E ´chelle spatiale	E ´rosion spe ´cifique	Forme d'e ´rosion	Observation
Parcelle Wischmeier	0,12 a ` 1,09 t/ha/an	Nappe Ne ´gligeable	Mini-simulation de la pluie (1 m2)
	9 a ` 1407 g/m2/h	Nappe Faible	Simulation ge ´ante (87 m2)
	0,1 a ` 184 g/m2/h	Nappe et rigoles Faible	Microbassins expe ´rimentaux de l'ordre de l'hectare
	12,38 a ` 48,72 t/ha/an	Toute forme d'e ´rosion Appre ´ciable	Retenue collinaire
	23,74 t/ha/an	Toute forme d'e ´rosion Appre ´ciable	Stations hydrome ´triques
	2,12 a ` 3 t/ha/an	Toute forme d'e ´rosion Faible, du ˆ a ` un effet de surface ne ´faste	Barrage SMB d'apre `s la bathyme ´trie
	3,27 t/ha/an	Toute forme d'e ´rosion Faible	d'apre `s les stations hydrome ´triques
	7,10 t/ha/an	Toute forme d'e ´rosion Non ne ´gligeable	

Chapitre 3
SEMIS DIRECT ET CULTURES FOURRAGERES 99

ALGERIE: L'INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION FOURRAGERE PASSE PAR LE SEMIS DIRECT - TROIS RECOLTES PAR AN? YES, WE CAN ! - TEMOIGNAGE : L'herbe en semis direct économise deux passages - REDUCTION DE LA JACHERE : DU NOUVEAU - REDUCTION DE LA JACHERE : DU NOUVEAU.

ALGERIE: L'INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION FOURRAGERE PASSE PAR LE SEMIS DIRECT.

D. BELAID 15.06.2014

Lorsqu'on parle semis direct, il est souvent question de céréales. Or, différentes expérimentations montrent que les semoirs directs sont des outils incomparables pour leur rapidité d'implantation de fourrages sur sol nu ou en culture associée. L'intérêt de cet outil est double : sa vitesse de travail mais également le fait qu'il ne dessèche pas le sol. Cela ouvre de nouvelles perspectives pour les producteurs de fourrages. Nous proposons des pistes de réflexion.

AVEC LE SEMIS DIRECT, TROIS RECOLTES PAR AN.

Une des applications les plus spectaculaires du semis direct est de pouvoir **implanter rapidement une culture.** Ainsi, selon Lucien SEGUY[24] *« si des pluies supérieures à 30-40 mm surviennent dès fin août-septembre, il faut être prêt à semer, en semis direct, des espèces telles que : la vesce velue, le ray grass, le radis fourrager, en culture pure ou en mélange* ». Selon cet auteur, le mélange est « ***toujours plus efficace*** *pour garantir un couvert en pluviométrie aléatoire* ».

Fin août peut être semé un colza fourrager avec irrigation d'appoint. Il développe rapidement une grande masse végétale qui peut être pâturée par les animaux. Début novembre, est implantée en semis direct de l'avoine. Elle sera récoltée en tant que « céréale immature » par ensilage. Ce qui permet de libérer assez tôt la parcelle pour un semis direct de sorgho. On arrive ainsi à trois récoltes dans l'année. Certes, en sec, l'implantation de ce sorgho doit profiter de l'humidité du sol en cette période printanière. Aussi, le semis doit se faire dans la foulée de l'ensilage. Un roulage est souhaité. Et cela est à faire sur un sol profond qui est capable de stocker un minimum d'eau.

Une autre possibilité est d'installer un trèfle blanc après l'avoine. Le semis se fait dans ce cas à la volée au stade début montaison de l'avoine. Le passage d'une herse étrille permet un meilleur enfouissement des graines. Une fois l'avoine récoltée, le trèfle blanc qui s'est progressivement installé prend tout son développement selon les étages climatiques considérés, un complément d'irrigation peut être nécessaire.

AVEC LE SEMIS DIRECT, DEUX CULTURES ASSOCIEES SUR UNE MEME PARCELLE

L'exemple **le plus remarquable** est celui décrit en 2002 en Tunisie par Lucien Séguy. Sur une luzernière **en repos végétatif** a été semé en octobre 2001 avec un semoir de semis direct de l'avoine. En décembre 2001, la céréale était bien installée (stade début tallage). Au mois de mars de l'année suivante, **l'avoine a été récoltée en tant que « céréale immature »** par ensilage permettant un rendement de 16 T de MS/hectare.

Cette pratique est permise par le fait que:

- **l'avoine a bénéficié de températures** permettant une croissance rapide,
- **la luzerne possède une période de croissance décalée** par rapport à celle de la céréale; il lui faut en effet des températures de l'ordre de 30°C afin d'arriver à son maximum de croissance.

La récolte de l'avoine par ensilage permet d'obtenir des fourrages de meilleure qualité par rapport à un foin.

Chedly Kayouli: avantage de l'ensilage d'avoine par rapport au foin:

« Le projet FAO/GCP/TUN-10/SWE a développé des périmètres d'embouche semi-intensifs dans le nord

24 RAPPORT DE MISSION EN TUNISIE du 29 septembre au 4 octobre 2002. Lucien Séguy
Cirad-ca Document obtenu sur le site Cirad du réseau http://agroecologie.cirad.fr

de la Tunisie (450 - 650 mm), fondés sur l'ensilage des céréales (avoine et avoine-vesce pour l'essentiel).

***Le plus grand succès de ce projet** a consisté à introduire des techniques d'ensilage qui sont toujours bien implantées sur les lieux. Comparé au foin, **le fourrage ensilé est récolté plus tôt**, ce qui libère la terre **et facilite ainsi le semis de cultures d'été**.*

*Par ailleurs, le fourrage ensilé étant moins mûr, **sa valeur nutritionnelle est plus élevée** et la performance animale meilleure avec besoin de moins de concentrés. Au cours d'une expérience menée sur l'engraissement de bovins locaux au moyen d'avoine ensilée ou de foin ad libitum avec 3 kg de concentrés par jour, Sansoucy et al. (1984) ont constaté une prise de poids quotidien et un taux de transformation des aliments **de 20 à 35 pour cent plus élevé** avec une ration d'ensilage qu'avec une ration de foin ».*

AVEC LE SEMIS DIRECT, OPTIMISER LA RESORPTION DE LA JACHERE

L'implantation de fourrages de vesce-avoine sur les terres anciennement en jachère entre souvent en concurrence avec le semis des céréales. L'adoption du semis direct permettrait une implantation plus rapide de ce type de fourrage, d'autant plus que la question du désherbage parfois délicate en semis direct **ne se pose pas** dans le cas de ce type de fourrage. Il est donc possible d'écrêter les pointes de travail lors des chantiers de semis.

Une autre application possible est l'ensemencement des jachères en légumineuses pour le pâturage[25]. Cet ensemencement peut se faire sans labour ou façons superficielles mais avec un simple semis direct.

En Tunisie, l'ICARDA (1986), « *a mené des expériences sur site trois ans durant, dans les zones les plus sèches du pays, pour remplacer les jachères par une culture productive autre que l'orge; d'après les résultats, les producteurs tireraient grand profit à semer des légumineuses fourragères, notamment la vesce commune, Vicia sativa, et la vesce de type Lathyrus sativus, dans l'année séparant deux cultures d'orge* ». Là encore, l'implantation de ces légumineuses pourrait se satisfaire d'un simple semis direct.

25 Profil fourrager TUNISIE Chedly Kayouli Institut National Agronomique de Tunisie. 43. Av. Charles Nicole, 1082 Tunis – Tunisie E-mail: chedly.kayouli@gnet.tn

TROIS RECOLTES PAR AN? YES, WE CAN !
Djamel BELAID 28.03.2014

Arriver à 3 récoltes fourragères par an sur une même parcelle? Oui, cela est possible sur de petites surfaces fourragères à proximité d'étables. Mais à condition de les doter de kits d'aspersion afin de procéder à une irrigation d'appoint. Le choix de la parcelle consacrée à l'intensification fourragère est primordial. L'idéal est de disposer d'un sol profond, voire en bas fond afin de bénéficier du maximum d'humidité.

La méthode? Fin août semer du colza fourrager. La petite taille des graines nécessite un roulage après semis. Une irrigation d'appoint permet une levée rapide. Les pluies automnales viendront progressivement prendre le relais de cette irrigation d'appoint. Ce fourrage donne rapidement une forte masse de feuilles durant l'automne. Il est possible de le faire pâturer jusqu'aux premières gelées. Gare cependant à l'effet « tassement du sol » en conditions humides liè au piétinement des animaux. Etant donnée sa richesse en eau, le colza fourrager ne peut être conservé. Son exploitation passe généralement par le pâturage. En novembre, avec un chisel ou mieux par semis direct, implanter de la vesce-avoine, pois-avoine ou sulla-avoine (comme en Tunisie). La fauche est à réaliser de façon précoce au printemps. Cela présente deux avantages.

Le premier est de permettre de maximiser l'énergie et la matière azotée du foin récolté. On obtient alors de belles bottes de foin à la couleur verte et non cet horrible "foin" couleur paille. En effet, trop souvent le foin est récolté trop tardivement et alors il présente plus une composition proche de la paille que de celle d'un véritable foin. Une partie du foin peut être récoltée en vert au début du printemps.

Le second avantage est de libérer assez tôt en saison la parcelle. Afin de libérer la parcelle au plus tôt l'idéal peut être de récolter la vesce-avoine en tant que « céréale immature » en ensilage.

Aussitôt le foin récolté, installer dans la foulée par semis direct le sorgho fourrager. Choisir une variété multi-coupes qui permet de couvrir tout l'été. Le choix de l'implantation du sorgho par semis direct permet de préserver l'humidité du sol.

Le maïs fourrager constitue également un aliment de choix pour les vaches laitières. Cependant, il est gourmand en eau et ne permet qu'une seule coupe. Sa culture peut être envisagée par goutte à goutte comme cela se pratique déjà dans le grand Sud ou au Maroc.

DE L'EAU , MAIS AUSSI DES AMENDEMENTS.

Une telle intensification fourragère nécessite une certaine technicité et une disponibilité en semences. Il s'agit également de disposer du matériel adéquat afin pour une implantation rapide des fourrages sans labour.

Enfin, le sol doit être **copieusement amendé avec le fumier** en provenance de l'atelier lait. Avec le fumier de leur étable, les éleveurs laitiers ont en main **un atout stratégique** : ils peuvent améliorer la fertilité de leurs parcelles. Trop souvent le fumier part vers le maraichage ou l'arboriculture. Etant donné la difficulté de produire des fourrages verts, la priorité doit être donnée aux surfaces fourragères.

Les éleveurs en hors-sol peuvent procéder à des échanges fumier contre foin ou paille. Il est même indispensable de rechercher d'autres sources d'amendements: boues de station d'épuration, composts urbains, composts de déchets verts, … Seul un sol fertile est à même de retenir un maximum d'eau et d'assurer une alimentation minérale correcte aux plantes. Il est même envisageable d'améliorer un sol pauvre en installant une prairie de légumineuses pérennes. Des expérience réalisées en Tunisie par l'ONG animée par Abel Garnier.fr montrent un spectaculaire enrichissement en matière organique du sol.

Afin de pouvoir récolter une partie du mélange céréale-légumineuse et du sorgho, la disponibilité en ensileuses et faucheuses de faibles capacité est indispensable. Des faucheuses adaptables à des motoculteurs peuvent permettre à de petites exploitations de gagner en autonomie fourragère. Ce petit matériel peut permettre un affouragement en vert sans passer par l'ensilage ou l'enrubannage.

PENSER EN TERME DE CALENDRIER FOURRAGER

Il existe des variantes à ce calendrier fourrager. Les rotation peuvent être imaginées sur deux ou trois années et comprendre de la luzerne ou des graminées pérennes. Des éleveurs marocains utilisent de la betterave fourragère. Pourquoi ne pas la tester?

Le drame en Algérie, c'est que personne ne travaille pas sur la succession d'espèces fourragères; même pas l'ITGC. Quant aux mémoires des étudiants en

agronomie consacrés aux cultures fourragères, ils sont nombreux. Cependant, en général, ils ne concernent qu'une seule espèce à la fois. Par ailleurs des espèces fourragères aussi stratégiques que le sorgho fourrager, le maïs ou le colza fourrager ne font pas l'objet d'essais variétaux locaux.

En attendant, il serait bon de proposer à chaque acquéreur de génisses disposant d'un petit lopin de terre un kit d'aspersion Anabib. En absence de références techniques locales, l'analyse des pratiques des éleveurs les plus performants au sein d'un groupe d'agriculteurs peut permettre de trouver les voies d'une intensification fourragère.

GrassFarmer 3014C & 3018C

L'herbe pâturée est le fourrage le meilleur et le plus économique qu'un éleveur puisse produire. Cette idée a mené au développement du principe de semis direct Aitchison au début des années 1970.

Les semoirs Aitchison Grassfarmer sont avant tout conçus pour la rénovation et le renouvellement de prairies, sans recours au labour, et avec un usage modéré d'herbicides et d'engrais chimiques.

Le soc Aitchison crée non seulement un environnement idéal pour la germination et le développement racinaire des plantules, mais il freine aussi la croissance de la végétation déjà présente sur la bande sur-semée. C'est ainsi la meilleure méthode pour réimplanter régulièrement de nouvelles graminées et légumineuses appétentes.

Lorsqu'une prairie est dégradée au point de nécessiter une réfection totale, les semoirs GrassFarmer sont tout aussi efficaces. Re-semer juste après un désherbage total au glyphosate permet d'obtenir une nouvelle prairie dans les plus brefs délais, avec un minimum de bouleversement du sol, et un coût réduit.

Les semoirs GrassFarmer sont compacts, légers, et peu gourmands en puissance. Une rangée de disques droits entrouvre le sol, préparant le terrain aux trois rangées de dents suivantes dotées en leur extrémité de socs en T inversé.

A l'arrière, une chaîne lourde trainante joue le rôle de herse niveleuse, offrant une bonne finition sans trop rappuyer les sillons.

Le système unique de distribution des semences à mousse Aitchison permet de semer tous types de graines, des associations de graminées et légumineuses, ainsi que des mélanges plus complexes tels que méteils et couverts végétaux. De toutes petites graines peuvent être semées à de très faibles doses (moins de 2 kg/ha) pour ceux qui désirent par exemple ajuster la proportion de trèfle dans une prairie existante.
Sources : site aitchisson
xxxxxxxxxxxx
LE SEMIS DIRECT AITCHISON

L'HISTOIRE :

C'est au cours des années 70 que M. Peter AITCHISON, constructeur néo-zélandais a eu l'idée d'inventer le soc en T inversé pour équiper ses semoirs de semis direct, tout d'abord prévus pour la régénération et le sursemis des pâturages.

Aux antipodes, les contraintes des agriculteurs, éleveurs pour la plupart, sont multiples:
Environnement vallonné et sols caillouteux
Conditions climatiques extrêmes
Main d'oeuvre rare et trop coûteuse pour les fermiers
Agriculture condamnée à survivre aux conditions du marché mondial sans aide financière du

gouvernement.

Dans ce contexte hostile, le constructeur AITCHISON était contraint de trouver des solutions simples, efficaces et économiques pour satisfaire ses clients agriculteurs.

En Nouvelle-Zélande, ils savaient déjà que les semoirs à disques classiques ne créent pas un lit de semence idéal dans un sol de prairie naturelle, en particulier lors de régénaration ou de sursemis sans l'usage d'herbicides chimiques.

M. Peter AITCHISON a par conséquent développé le concept d'une dent équipée d'un soc en T inversé, qui reste aujourd'hui encore, le no.1 dans la qualité de mise en place des graines dans le sol, en condition humide **comme en condition sèche**, dans les terres lourdes comme dans les sols légers.

LA TECHNIQUE

Les semoirs AITCHISON se distinguent par plusieurs particularités:
Un taux de germination plus élevé, une meilleure implantation des semis
La dent équipée d'un soc en T inversé
La distribution continue à l'aide d'un disque en mousse synthétique
La faible puissance requise au travail
Le prix avantageux, et le faible coût d'utilisation

Les nombreux tests comparatifs effectués à ce jour, en France, en Angleterre et en Suisse ont permis de démontrer l'excellence de l'implantation des semis du système AITCHISON , grâce à la mise en place des graines dans un lit de semence idéal. Les semences sont toujours recouvertes de terre fine dans le fond du sillon, dont les bords ne sont pas lissés, et qui n'est pas refermé à l'aide de roues plombeuses.

Le soc en forme de patte d'oie monté sur une dent à ressort a plusieurs avantages.

En condition sèche, lorsque le sol exerce une forte résistance, les deux spirales faisant office de ressort, vont permettre à la pointe de soc de reculer d'une dizaine de centimètres sous la pression horizontale. Ce recul va rendre les socs plus agressifs en se dressant sur leur pointe, et faciliter grandement la pénétration dans le sol sans aucun lestage supplémentaire de la machine. De plus, la force exercée par la dent à ressort dans ce cas, va appuyer le fond de la ligne de semis, et favoriser ainsi la remonteé capillaire de l'humidité jusqu'au niveau des graines.

En conditions humides en revanche quand le sol n'exerce que peu de résistance sur les dents, la pression sur le fond du sillon sera minimale, étant donné que le rouleau springflex à l'arrière du semoir, et le bras supérieur de l'attelage vont supporter la quasi totalité du poids de la machine.

Au travail la dent à ressort va entrer en vibration, ce qui va créer la terre fine venant recouvrir les graines juste après leur dépose dans le fond du sillon.

Le soc et la dent vont dégager la ligne de semis de tout débris végétal, comme la paille, le fumier ou le composte et assurer l'enfouissement des graines en pleine terre dans le 100% des cas, contrairement au semoirs à disques qui parfois les laissent en surface, dans le couvert végétal ou le fumier.

En sursemis de prairies, la pointe du soc va percer le feutrage, et ses petites ailettes vont sectionner les racines des plantes présentes sur les bords du sillon, ce qui va permettre de limiter la concurence pour la lumière sur la ligne du semis.

LE SILLON D'UN SEMOIR À DISQUES LE SILLON AITCHISON

Le sillon en forme de T inversé capte et conserve l'humidité, mais laisse aussi la lumière pénétrer assurant un bon réchauffement. La terre fine entourant les graines garanti un bon développement racinaire et rapide des plantules.

Humidité - Chaleur - Lumière - Terre meuble Toutes les conditions sont réunies pour une excellente implantation...

La distribution continue de la semence est due aux disques en mousse synthétique qui s'adaptent à tous les formats et mélanges de graines. La pression exercée sur les semences est très faible et ne brise pas les graines délicates.

Ce système unique en son genre, nous offre une précision de débit comparable à celle d'un semoir monograine. La précision est constante, allant de 2 kg par ha de trèfle pur par ex. à plus de 350 kg /ha de pois par ex.

Le dosage voulu est obtenu grâce au variateur de vitesse à bain d'huile, simple et d'une grande fiabilité.

La puissance minimale requise pour l'utilisation en toute sécurité du Sim Tech T-SEM de 3 mètres est de moins de 90 CV! Concernant les modèles Grassfarmer de 2,10m et 2,70m, la puissance nécessaire est de respectivement 50CV et 60CV La distribution mécanique ne requiert pas de prise de force et par conséquent, le régime du moteur est ajusté au minimum nécessaire à la traction. De ce fait, la consommation en carburant est très réduite (6-8lt /ha).

TEMOIGNAGE : L'HERBE EN SEMIS DIRECT ECONOMISE DEUX PASSAGES
Le 27 octobre 2006 - La France Agricole n°3156 - page 28

«*Sur des terres aussi arides et caillouteuses, les prairies doivent être ressemées tous les ans* », explique André Gras, qui mène en extensif une troupe de 250 brebis viande et une quinzaine d'Aubrac en race pure à Saint-Alban-sur-Limagnole (Lozère). Sécheresses à répétition, gel jusqu'en mai sur des parcelles exposées au vent, trop faible nombre de DPU : son revenu agricole diminue chaque année. Ce qui l'a encouragé à démarrer une activité de fabrication de bûches à façon.

« *J'ai moins de temps disponible pour la ferme, constate André. Je passe la journée sur la scie à bûches, je n'ai donc que trois heures par jour à consacrer à l'entretien des 114 hectares de prairies, le soir après 20 heures. Mais il est hors de question de bâcler le travail lorsque c'est la seule culture de l'exploitation. J'ai donc choisi de m'orienter vers le semis direct pour réduire le nombre de passages*. »

Le semis direct de l'herbe avec un matériel spécifique est une pratique courante en Nouvelle-Zélande mais encore peu répandue dans l'Hexagone. « *Je me suis dit que si ça marchait là-bas sur des milliers d'hectares, ça pouvait fonctionner chez moi, explique André Gras. C'était un pari risqué parce qu'il fallait remettre en question tout mon itinéraire cultural* ». Jusqu'en 2004, André labourait systématiquement ses prairies puis semait à la volée après un tour de cover-crop, soit trois passages entre 4 et 8 km/h pour un résultat moyen avec des levées assez hétérogènes.

Un semis sans retourner la prairie

« *Avec le semoir à herbe je travaille sans retourner la prairie, ce qui me permet de conserver les repousses de la campagne précédente et d'augmenter un peu mon volume de fourrage. Le Aitchison étant assez léger et peu tirant, je peux semer à 12 km/h sans trop solliciter mon tracteur de 90 chevaux* », raconte André Gras.

Ce semoir à distribution mécanique dispose d'un système d'enterrage à socs. Un train de disques montés en avant du semoir assure un premier tranchage du sol en conditions très dures mais c'est bien le soc qui réalise l'essentiel du travail. Le semoir d'André Gras comporte 14 dents, toutes montées sur ressort. « *Dès que la vitesse augmente, le ressort fait bouger le soc dans le sillon, explique André. Cette vibration éclate la croûte de terre et forme un lit de semence fin dans lequel on dépose la graine. Compte tenu des conditions anormalement sèches sur le plateau, cette terre fine est indispensable pour obtenir des levées homogènes.* » Le semoir n'est pas équipé de

herse de recouvrement ou d'efface-traces ce qui fait que les sillons sont bien visibles. Un aspect inesthétique qui ne plaît pas trop à l'agriculteur mais qui disparaît à la levée.

Le semoir Aitchison est simple de conception

La nécessité de gagner du temps a orienté André Gras vers le semis direct, mais c'est la simplicité de l'engin qui lui a fait sauter le pas. « ***Tout est mécanique et très simple. Tellement simple qu'un bon bricoleur pourrait se le fabriquer*** », plaisante-t-il. Le semoir Aitchison de 2,10 m de large lui a coûté 8 000 ?, un investissement important pour une structure comme la sienne. « *Mais je me rattrape avec des frais d'entretien très faibles »,* rassure André Gras. *« Un soc à pointe traitée au carbure coûte 30 ? et chaque éponge utilisée au niveau des sélecteurs de la distribution revient à 1 € »*. Ces dernières s'usent peu au travail mais sont régulièrement grignotées par les rongeurs.

Le passage au semis direct a également apporté son lot de mauvaises surprises. « *L'avantage du cover-crop, c'était que les disques ne faisaient pas trop ressortir les pierres. Les socs en revanche me remontent des blocs qui cassent les couteaux de la faucheuse à la récolte, raconte André Gras. Or je n'ai pas investi dans le semis direct pour perdre mon temps à ramasser les pierres !* » Dès la seconde campagne avec le semoir, il a investi dans un rouleau à fort report de charge qui, en plus de taller les cultures, enfonce les pierres dans le sol. « *Ma charge de travail n'augmente pas puisque je roulais déjà à l'époque du cover-crop* », constate André Gras.

Sa préoccupation actuelle est l'apparition de pissenlits dans certaines parcelles. « *Le labour me protégeait de cette invasion mais aujourd'hui, je suis obligé de traiter au glyphosate avec un petit pulvérisateur de 8 m* », regrette André.

Loin de lui pourtant l'idée de revenir en arrière. Il a même convaincu un voisin de s'engager dans la voie du semis direct. « *Je voulais lui vendre ma charrue et mon cover-crop et il a finalement racheté la moitié du semoir* », se félicite André Gras. Aujourd'hui, les deux agriculteurs veulent profiter de la régularité de levée du semis en ligne pour tester des variétés rustiques plus résistantes à la sécheresse et au gel comme le seigle et le moa, seules garanties de maintenir leur rendement fourrager.

CE QUI SE PASSE EN CORSE : LE SEMIS DIRECT POUR LIMITER LA DÉGRADATION DES SOLS ET RESTAURER LES PÂTURES

C MILOU 2010

Sols superficiels et terrains pentus, il n'en faut guère plus pour rencontrer des problèmes conséquents d'érosion, accentués encore par l'emploi du labour. S'y greffent en plus une productivité fourragère souvent chaotique, au gré d'un climat caractérisé par une sécheresse estivale prolongée, accompagnée des risques d'incendies inhérents aux zones de maquis non exploitées. Voilà des inconvénients majeurs pour des systèmes exclusivement basés sur la pâture ! Face à ces problématiques, l'Office de l'environnement de la Corse a expérimenté et vulgarisé le semis direct, une technique qui fait de plus en plus d'émules chez les éleveurs de cette région.

La Corse est une région de relief où les sols de coteaux sont séchants, peu profonds, régulièrement caillouteux, et où la sécheresse sévit âprement durant tout l'été. L'OEC vulgarise le semis direct auprès des éleveurs, une technique qui permet de réduire la dégradation des sols superficiels et séchants de la région, et qui rend possible l'implantation de prairies sur des zones récemment gagnées sur le maquis.

La Corse est une île toute en reliefs, avec des terres qui s'échelonnent du niveau de la mer à plus de 2 700 mètres d'altitude. Les sols de coteaux sont séchants, peu profonds, régulièrement caillouteux, et la sécheresse sévit âprement durant tout l'été. «La Corse est une montagne dans la mer, soit beaucoup de zones pentues et un substrat fragile », résume Jean-Baptiste Casanova, chef du département « *protection et valorisation des paysages agro-sylvo-pastoraux* » à l'Office de l'environnement de la Corse (OEC). «*Le pâturage représente l'essentiel de l'alimentation des cheptels, avec des prairies permanentes, temporaires, et des parcours. Le labour est en définitive peu adapté à ces sols car il occasionne des remontées de pierres, de l'érosion... avec au final une baisse de la biodiversité.*»

Face à ces constats inquiétants, l'OEC s'est intéressé de près au semis direct, avec plusieurs autres objectifs à la clé. «Nous souhaitions aussi rendre possible l'implantation de prairies sur des zones récemment gagnées sur le maquis, et dans le cadre de la prévention des incendies, améliorer conjointement l'intégration paysagère et l'intérêt pastoral de certains ouvrages d'appui à la lutte. Une appropriation de ce

projet de gestion par les éleveurs eux-mêmes nécessitait alors de vulgariser la technique du semis direct et de mettre à leur disposition du matériel adapté.»

L'OEC opte pour l'achat de deux semoirs Aitchison, un semoir à soc choisi pour sa légèreté et sa maniabilité en zone montagneuse, ainsi que son prix attractif. «Il s'agit d'un semoir simple et qui passe partout, renchérit Denis Damiani, agent pastoraliste à l'OEC. Le semoir peut facilement transiter d'une microrégion à l'autre sur une simple remorque et être soulevé à l'aide d'une fourche de tracteur. »

L'OEC, J.-A. Santini et J.-C. Mattéi ont opté pour un semoir Aitchinson à socs en T inversés, choisi pour sa maniabilité, sa simplicité, son bon comportement en situation sèche, et son coût modéré.
Le semoir peut facilement être transporté sur une remorque.

Il se comporte en outre très bien en conditions sèches (bonne rentrée). Pour encourager le développement du semis direct, l'OEC met à disposition un semoir par département, assure le suivi de sites pilotes (implantation, biomasse produite, évolution de la flore...), et préconise l'achat collectif de ce type de semoirs. «Le changement de pratiques et l'investissement que cela occasionne chez des éleveurs souvent déjà équipés de cover crop, herses, charrues, est un des freins à la généralisation de cette technique , déplore J.-B. Casanova. Mais nous mettons en avant les nombreux avantages permis par le semis direct : gain de temps, technique adaptée aux pentes et aux sols superficiels, possibilité de réaliser des regarnis de prairies, et surtout, diminution notable des coûts d'implantation et des problèmes liés à l'érosion ou au tassement des sols.»

L'Office de l'environnement a testé avec succès le semis direct depuis plusieurs années, et insiste sur les bons résultats obtenus, même sans l'emploi d'herbicide préalable. Des mesures agri-environnementales spécifiques à la Corse sont même mises en place depuis 2008 dans cette région, et certaines d'entre elles intègrent le semis direct dans les itinéraires techniques recommandés.

Trouver des variétés adaptées à la pâture et à la sécheresse

En amont de leurs actions de vulgarisation du semis direct, les agents pastoralistes s'étaient déjà impliqués pour trouver des variétés fourragères adaptées à la Corse. «Le premier objectif était d'avoir une meilleure production d'herbe en hiver pour la pâture , explique D. Damiani. Le deuxième était de pouvoir disposer d'espèces plus pérennes, capables de résister à une période de sécheresse qui peut s'étendre de mai à septembre.

Mélange de trèfle incarnat et RGI chez J.-C. Mattéi (au 10 mai). La production et la qualité de l'herbe et du foin se sont nettement améliorées suite au passage au semis direct. Les sols retrouvent aussi souplesse et porosité.

Jean-André Santini, éleveur ovin lait en Centre Corse : « Un gain de temps et des levées plus régulières »

Jean-André Santini, éleveur de brebis laitières corses, était confronté à un problème permanent de remontées de pierres qui gênaient le semis et la levée des prairies conduites alors de manière traditionnelle (deux passages de covercrop ou labour, herse, semis puis passage du rouleau). « Lorsqu'à la suite d'essais en station expérimentale, la technique du semis direct a été lancée, j'en ai aussitôt vu l'intérêt, déclare-t-il.

Mes 250 brebis laitières pâturent du 15 août au 15 juin de l'année suivante, et la qualité de mes prairies est donc primordiale. Durant la période sèche, elles transitent sur des parcours, et je complémente alors leur alimentation avec de l'orge. » Convaincu par l'intérêt de la technique après trois campagnes d'essai avec le semoir de l'Odarc (Office de développement agricole de la Corse), J.-A. Santini investi il y a trois ans dans un semoir Aitchison, subventionné à 50 % par l'office : « ***Auparavant, je semais à l'épandeur à engrais, et je rencontrais des problèmes d'irrégularité de peuplement,*** *mais aussi de profondeur à cause du labour, qui avait des répercussions sur la levée. À présent, mon semis est homogène et il en résulte une levée plus rapide. Je travaille encore de manière classique pour implanter la luzerne que je jugeais plus délicate, mais je vais tester également le semis direct pour les prochaines implantations.* » L'éleveur implante ses prairies en septembre, dès qu'il pleut, pour que la graine soit bien positionnée dans le sol. Il privilégie le RGI, car il juge que le dactyle n'est pas assez appétent. « *Je sème généralement le RGI en mélange avec du trèfle incarnat pour améliorer la valeur nutritive du fourrage (35 kg de RGI/Ha + 2 à 3 kg de trèfle). J'utilise une variété de RGI de type méridionale, Teanna, qui est bien adaptée à notre climat.* » Pour J.-A. Santini, le changement de technique n'aura posé aucun problème : « *Le semoir est facile à utiliser, il donne aussi de bons résultats directement après girobroyage de parcelles en friche ou de maquis. J'ai gagné du temps en changeant de technique, j'observe des parcelles plus régulières et dont la productivité n'a été en rien entamée par l'arrêt du labour* », conclut-il.

C'est un prérequis essentiel car tous les éleveurs ne disposent pas d'irrigation. Nous nous sommes donc tournés vers des variétés méditerranéennes, produites en Australie mais distribuées par l'Italie. Nous avons ensuite testé des associations et des mélanges multi-espèces davantage capables de se développer et

d'assurer une production de qualité en milieux difficiles et avec peu d'intrants. » «Nous avons ainsi beaucoup expérimenté les ray-grass italiens (RGI) et les dactyles pour les graminées, les trèfles souterrain et incarnat, et la luzerne pour les légumineuses », ajoute J.-B. Casanova. Les associations RGI Elunaria + trèfle incarnat Contéa ou RGI Téanna + trèfle souterrain Antas, dactyle Currie + trèfle souterrain Clare ou dactyle Medly + luzerne Lodi ont ainsi pu être validées. «Le RGI ne dure qu'un an, mais il peut être réintroduit chaque année par semis direct , explique J.-B. Casanova.
Quant au trèfle souterrain, il s'autoressème naturellement sur au moins trois campagnes s'il est bien conduit. »

TEMOIGNAGE : Jean-Charles Mattéi, éleveur bovin viande dans l'Ouest de la Corse« Un grand pas vers l'autonomie fourragère » Jean-Charles Mattéi élève des veaux sous la mère, des animaux élevés en liberté et abattus à l'âge de 6-7 mois. Son cheptel de 50 vaches allaitantes avec leur suite pâture ainsi sur les 60 ha de prairies de l'exploitation. J.-C. Mattéi a vu dans le semis direct un moyen pour améliorer ses sols très battants, refermés, qui rendaient difficile la pousse de l'herbe.
« *J'ai stoppé tout travail du sol, alors que j'avais auparavant une conduite de type «labour-vibroculteur-semis à la volée ou en ligne*» ». En 2004, j'ai essayé de semer juste avec un passage de « herse-épandeur-rouleau », mais les pertes de graines étaient nombreuses en raison du caractère très séchant de mes sols. Puis j'ai testé le semoir direct de l'OEC qui m'a permis d'obtenir des résultats probants, et notamment une bonne germination. »
Après trois campagnes de semis direct, J.-C. Mattéi constate une nette amélioration de ses sols (moins de battance, retour des vers de terre, meilleure portance et plus de souplesse), ainsi qu'un meilleur développement racinaire et aérien de ses prairies.

Autonomie fourragère et amélioration du pâturage

« *J'ai pu reconstituer mon stock fourrager en réimplantant petit à petit en semis direct mes prairies les plus abîmées, et cela sans désherbage préalable. Je privilégie en effet la recherche d'équilibres à la création de vide. Je constate d'ailleurs que la flore spontanée n'est pas forcément de mauvaise qualité !* », explique J.-C. Mattéi. Il remarque que la production fourragère s'améliore, tout comme la qualité de l'herbe. «*J'ai resemé les prairies avec des mélanges RGI (25 kg/ha) + trèfle incarnat (5 kg/ha) ou RGI + trèfle souterrain. Je teste aussi un mélange d'avoine brésilienne (15 kg) + vesce (10 kg) + colza (3 kg), ce dernier pour sa racine pivot. Dans l'objectif de prolonger le pâturage durant l'été, je souhaiterais également essayer une autre légumineuse, la Biserrula, une plantepérenne qui est utilisée en Australie et en Nouvelle-Zélande, mais dont nous n'avons pas encore trouvé la semence. Il s'agit d'une plante intéressante pour ses faibles besoins en eau (300 mm lui suffisent), et sa capacité à aller la chercher en profondeur dans le sol (jusqu'à deux mètres). Tant qu'elle trouve de l'humidité, elle reste verte ! Je vais également essayer une annuelle, le sorgho fourrager, qui m'intéresse pour sa propriété de « pompe biologique » capable de recycler l'eau et les éléments minéraux stockés en profondeur, ainsi qu'approfondir le profil de sol. Mes objectifs sont effectivement multiples, le premier étant de nourrir mes animaux et d'acquérir une autonomie fourragère, mais aussi de structurer mon sol par le biais de systèmes racinaires différents. Il s'agit en fait de réaliser un décompactage biologique !* »

Favoriser la diversité pour un meilleur fonctionnement global

Auparavant, J.-C. Mattéi exportait la totalité de la paille de ses parcelles de céréales, une partie étant commercialisée et l'autre utilisée pour la petite étable qui lui sert ponctuellement. «*Je vais à présent la laisser au sol et n'exporter que ce dont j'ai besoin pour le paillage. Je pense que laisser des résidus de nature différente dans les parcelles contribuera à améliorer la vie du sol. Je garde à l'esprit que j'ai deux cheptels à nourrir, audessus du sol et au-dessous !*»

L'éleveur reconsidère à présent ses rotations : « *Historiquement, les prairies étaient interrompues par des céréales, à une époque ou le labour était réalisé avec des charrues tirées par des bœufs et dont la profondeur de travail était réduite. Puis les labours profonds ont peu à peu abîmé le sol, un constat négatif qu'avaient alors bien réalisé les anciens en prédisant que nous ne «verrions plus d'herbe» ! Suite à l'arrêt du labour, j'avais donc cessé d'implanter des céréales, mais* ***grâce au semis direct, je vais pouvoir réimplanter une orge****, ou même un méteil orge-légumineuse qui offrira une synergie intéressante.*

Je vise ainsi à améliorer le fonctionnement du système et à asseoir mon autonomie alimentaire. »J.-C. Mattéi cherche également à lutter contre deux adventices, le chardon et l'asphodèle, cette dernière produisant des organes de réserve qui la rendent très envahissante.
« *Je cherche à recréer un équilibre en utilisant des mélanges d'espèces pour concurrencer les adventices, et dans l'idéal une allélopathie pour réduire l'emprise de l'asphodèle.*
Je consacre du temps à l'observation, m'intéresse à

l'agronomie et suis prêt à me former pour aller plus loin ! Cette technique, qui doit s'appréhender avec une réflexion globale sur son système, m'a déjà apporté beaucoup. Les sols plus souples et plus portants sont un des avantages que j'ai relevé : le tracteur ne saute plus comme auparavant, un plus pour la santé du dos, la récolte du foin se fait dans de meilleures conditions et les vaches ne s'enfoncent plus lorsque le sol est humide, ce qui abîmait les parcelles. »

L'éleveur constate aussi une meilleure réponse des sols vis-à-vis des transferts d'eau : l'eau de pluie ne ruisselle plus dès le début des précipitations. La porosité restaurée du sol lui permet de stocker de l'eau et de rétablir les remontées capillaires. «Je sème dans de meilleures conditions qu'avant et je n'ai plus à ramasser des pierres en surface ! Je suis prêt à semer dès le lendemain d'une pluie : le temps des passages multiples d'outils est révolu !»

Pour J.-C. Mattéi, le semis direct représente un outil qui s'intègre dans un raisonnement global visant à limiter la perturbation des sols, à les couvrir et à enrichir la rotation culturale, « *les piliers de l'agriculture de conservation* », déclaret-il. Et de conclure : « *Ce que je cherche à réaliser, c'est produire continuellement de la biomasse aérienne et racinaire pour soutenir l'activité biologique et bénéficier des nombreux services écosystémiques gratuits que peut nous rendre la nature.* »

Sources : C. MILOU TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIÉES. N°60. NOVEMBRE/DÉCEMBRE 2010

REDUCTION DE LA JACHERE : DU NOUVEAU.
Djamel BELAID 17.06.15

Pour réduire les surfaces en jachère, « on a tout essayé » pourraient dire les responsables du MADR. Un peu comme ces responsables économiques français à propos de la lutte contre le chômage. Pourtant, en matière de réduction de la jachère tout n'a pas était essayé. Ainsi, le non-labour avec semis direct pourrait être la solution à cette question cruciale pour plus d'autosuffisance alimentaire en Algérie.

PRENDRE EN COMPTE LES CONTRAINTES DES EXPLOITATIONS

Réduire la jachère afin de produire plus ne peut se faire d'un simple coup de baguette magique. Cela nécessite de prendre en considération les contraintes des exploitations. Or, celle-ci sont nombreuses si on en juge le damier que ces parcelles constituent dans les camapagnes. En effet, à la moisson des parcelles couleur or cotoient des parcelles de couleur marron corespondant à la jachère travaillée. Ces contraintes sont multiples : disponibilité en matériel, besoin en financement, gestion de l'eau du sol ou disponibilité en pâturages.
A cela, il s'agit de rajouter la taille des exploitations et le niveau technique des agriculteurs.

SEMIS DIRECT ET VITESSE DE TRAVAIL

Pour une exploitation céréalière, l'une des principales contraintes est représentée par le facteur temps. Labourer, préparer le lit de semences et semer prend beaucoup de temps. Or, en non-labour avec semis-direct (SD), le temps d'implantation de la culture sont réduits de 6 fois. Avec le même matériel de traction, on peut donc emblaver plus de surface. Les pointes de travail automnales sont ainsi réduites. Le semis du blé peut être réalisé en temps voulu. Trop souvent, les semis en mode conventionnel traînent juqu'en décembre réduisant ainsi le potentiel de rendement des cultures. Par ailleurs, avec le SD, il n'y a plus concurrence entre semis de céréales et semis de fourrages de vesce-avoine.

C'est d'ailleurs cet argument qui a séduit de grandes exploitations. Dans la région de Constantine et Sétif, des exploitations privées de 300 à 750 sont intégralement passées en SD. Le même phénomène s'observe en Tunisie ou au Maroc. Malgrè son prix élevé, un semoir pour SD est amorti dès la première année à condition d'emblaver au moins 500 hectares.

SEMIS DIRECT ET COUTS DE MECANISATION

La conduite conventionnelle avec labour revient relativement chère. Outre le coût de la main d'oeuvre, il faut tenir compte du carburant utilisé. En SD, les réductions de carburants sont de l'ordre de 40%. Ces réductions de coûts sont fondamentales pour l'agriculteur. Car, en début de campagne celui-ci doit avancer les fonds nécessaires pour financer le travail du sol, l'achat de semences et d'engrais sans avoir la certitude de rentrer dans ses frais en cas de sécheresse. Par ailleurs, il ne faut pas oublier la faiblesse des rendements en zone semi-aride ; en moyenne moins de 15 qx/ha. Si la rentabilité de cette céréaliculture passe par l'augmentation des rendements, elle passe

également par la baisse des charges.

Le SD permet la localisation de la fumure de fonds et donc une meilleure efficacité de ce type d'engrais en sol à fort pouvoir fixateur et à faible C.E.C.

SEMIS DIRECT ET GESTION DE L'EAU DU SOL

Tous les agriculteurs vous le jureront : en terre profonde, une jachère labourée à temps permet les meilleurs rendements. Cela est à mettre sur le compte de l'enmagasinement de l'eau de pluie, la minéralisation de la matière organique et la réduction du stock de semences de mauvaises herbes dans le sol.

Or, le SD présente également certains avantages qu'une jachère travaillée (préparés de printemps). En effet, le SD permet une économie de l'eau du sol. Les résultats obtenues à Settat (Maroc) montrent qu'en année de sécheresse, là où le labour ne donne que 2 qx/ha, le SD permet d'obtenir 10 qx/ha.

Il devient donc possible de réaliser une culture après un blé sans avoir à se soucier d'essayer d'emmagasiner de l'eau comme avec la jachère. On peut envisager des cultures en remplacement de la jachère : légumes secs ou fourrages (foins, ensilage, grains) avec tout l'effet en matière de précédent (enrichissement du sol en azote, élimination des mauvises herbes ou du cycle de certains parasites).

SEMIS-DIRECT ET ELEVAGE OVIN

L'un des facteurs qui freine la résorption de la jachère provient également de la présence fréquente de l'élevage ovin associé à la céréaliculture. Celle-ci étant d'un faible rapport, l'élevage ovin permet d'équilibrer les comptes de l'exploitation. Des terres en jachères pâturées représentent autant de terrains de parcours.

Le SD, ne nécessitant pas de labour, les terres de parcours ne sont donc pas menacées dès le printemps de retournement par la charrue. Elles peuvent donc êtres pâturées jusqu'à l'automne. Mieux encore, le SD en permettant une augmentation des rendements en grains et en paille s'avère être un atout pour l'élevage ovin. Il a d'ailleurs été testé avec succès par le HCDS dans les zones steppiques à sol profond.

En réduisant à l'automne la durée nécessaire à l'emblavement des céréales, le SD permet d'envisager une extension des superficies en fourrages à pâturer ou à récolter (foin ou ensilage de vesce-avoine).

SEMIS-DIRECT, CULTIVER LA JACHERE PATUREE

Mais c'est dans le domaine de l'amélioration des jachères pâturées que des progrès pourraient être attendus. Ces jachères sont en fait des prairies temporaires. Elles sont composées d'une flore spontanée et variée. En automne, le SD pourrait permettre de re-semer ces prairies temporaires afin d'enrichir leur flore et d'arriver à une meilleure valeur alimentaire de ces jachères pâturées. Précisons qu'il ne s'agit pas de remplacer la flore spontanée mais de l'enrichir par exemple en graminées fourragères telles le ray-grass. Des mélanges d'espèces (méteil) pourraient être testés. Les graminées fourragères sont intéressantes du fait de leur port dressé ; la production de semences est facilitée par rapport au port rampant des légumineuses.
La vitesse d'implantation que permet le SD est intéressante en matière de semis fourrager. Il permet une implantation juste après un orage. A ce titre, il permet une « agriculture d'opportunité ».

SEMIS-DIRECT, REVISITER LE DRY-FARMING

Le SD permet de revisiter totalement la pratique de l'arido-culture de type « dry-farming » longtemps pratiquée en Algérie. Aussi, dans toute réflexion sur son intérêt, il s'agit d'examiner l'ensemble des aspects dans lesquels il intervient.
Certes, son utilisation vue dans l'angle de la résorption de la jachère nécessite de maîtriser parfaitement le désherbage ainsi que de nouvelles cultures dont les légumes secs. Le SD peut également être envisagé sur couvert de chaumes. Cela implique une certaine technicité. Le prix des semoirs pour SD reste élevé. Cela nécessite d'imaginer la fabrication de modèles locaux demandant moins de force de traction comme cela est le cas au Maroc.

Ontario

Skip to content Ontario.ca English

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

Accueil Le ministère Agriculture Aliments Rural Recherche Publications Nouvelles Pour nous joindre

Cultures fourragères : Établissement (semis)

Cultures fourragères : Établissement

Table des matières

Période des semis
Tableau 3-4. Taux de semis recommandés pour les peuplements de légumineuses et les peuplements de graminées purs, et nombre approximatif de semences par unité de poids pour plusieurs espèces fourragères
Taux et profondeur de semis
Matériel de semis
Semis avec culture-abri
Semis direct
Autotoxicité de la luzerne

Inoculation

Tableau 3-5. Doses d'azote recommandées sur les cultures fourragères vivaces

Lorsqu'on choisit un terrain, déterminer s'il convient au mélange que l'on envisage de semer. Si le pH est faible, si le sol est mal drainé ou s'il y a des mauvaises herbes telles que le chiendent, il faut prendre des mesures correctives avant le semis.

Période des semis

Semis de printemps

La meilleure période pour faire les semis de fourrages est le début du printemps, qu'il s'agisse de semis directs ou sous une culture-abri. Lorsque les semis ont lieu au printemps, le sol est habituellement assez humide et les plants ont le temps de bien s'établir pour pouvoir survivre à l'hiver. Semer dès que le lit de semence peut être prêt, pour avoir une meilleure chance de profiter de pluies suffisamment abondantes et fréquentes pendant la période cruciale de germination.

Semis d'été

Les semis d'été peuvent être une solution de rechange viable aux semis de printemps. Des semis d'été peuvent normalement suivre une récolte de céréales d'automne ou de printemps. Les cultures-abris ne sont pas recommandées en semis d'été, parce qu'elles peuvent exercer une concurrence trop intense pour l'humidité disponible. Les semis d'été peuvent donner de bons résultats sur des sols légers, mais ils présentent davantage de risques dans les sols plus lourds.

Date de semis

Si l'on effectue les semis trop tôt en été, on augmente les risques de chaleur et de sécheresse pendant la germination et le développement des plantules. Si l'on sème trop tard, on augmente les risques qu'une gelée meurtrière survienne avant que les plantules de légumineuses n'aient le temps de bien s'établir et d'accumuler suffisamment de réserves dans leurs racines pour pouvoir passer l'hiver. Les légumineuses semées en septembre ou octobre survivent rarement à l'hiver parce que dans ce cas, les jeunes plants sont plus sujets au déchaussement. Même s'ils ne meurent pas, ils sont moins précoces et leur rendement est moins élevé. La luzerne a besoin d'environ six semaines de croissance après la germination pour résister à l'hiver; en général, si le collet se développe avant la première gelée meurtrière, le plant survit.

Effectuer les semis d'été avant les dates suivantes :

plus de 3 100 UTC - du 10 au 20 août
de 2 700 à 3 100 UTC - du 1er au 10 août
moins de 2 700 UTC - du 20 au 30 juillet

Dans le cas du lotier corniculé, le développement des plantules est lent et les semis d'été sont donc généralement voués à l'échec. Les graminées à tige dressée semées en septembre peuvent réussir à s'établir, sauf l'alpiste roseau, qui est trop lent.

Préparation du lit de semence

Le contact entre le sol et la semence revêt une importance particulière lorsque l'été est sec. Un lit de semence meuble et grumeleux s'assèche rapidement. Le tassage peut contribuer à conserver l'humidité. En août, il peut être plus difficile de préparer un lit de semence à texture fine sur des loams argileux que sur des loams, des loams sableux ou des loams limoneux.

Déchaussement par le gel

Éviter les semis d'été dans les sols lourds où la luzerne a déjà été touchée par le déchaussement dû au gel.

Lutte contre les mauvaises herbes

Il est fréquent que la présence de mauvaises herbes annuelles hivernantes rende nécessaire l'épandage d'herbicides. Voir la publication 75F du MAAARO, Guide de lutte contre les mauvaises herbes, mais éviter un traitement à l'herbicide qui retarderait la croissance de la culture.

Tableau 3-4. Taux de semis recommandés pour les peuplements de légumineuses et les peuplements de graminées purs, et nombre approximatif de semences par unité de poids pour plusieurs espèces fourragères Espèces
Taux de semis
Nbre de semences/kg Nbre de semences/lb

kg/ha lb/ac
Légumineuses
Luzerne
13

11,5

440 000

200 000
Trèfle rouge
11

10

605 000

274 000
Trèfle blanc
-

-

1 760 000

798 000
Lotier corniculé
9

8

935 000

424 000
Mélilot
8-10

7-9

572 000

259 000
Trèfle d'Alsike
-

-

1 540 000

699 000

Graminées1
Seeding Rate
Seeds/kg Seeds/lb
Kg/ha lb/acre

Fléole
8-10

7-9

2 706 000

1 227 000
Dactyle pelotonné
8-10

7-9

1 439 000

653 000
Brome
10-14

9-12,5

300 000

136 000
Fétuques élevée et fétuque des prés
9-11

8-10

506 000

230 000
Fétuque des prés2
10-12

9-11

506 000

230 000
Ray-grass vivace
10-15

9-13,5

500 000

227 000
Alpiste roseau
10-12

9-13,5

1 173 000

532 000
Pâturin
-

-

4 790 000

2 173 000

1 Pour un semis précoce dans un lit de semence ferme et à texture fine, ces taux peuvent être réduits de 25 %, sauf pour les semences enrobées.

2 Utiliser des semences enrobées et semer avec la trémie du semoir.
Repousse de céréales

Comme les repousses de céréales sont parfois denses et compétitives, elles peuvent poser de sérieuses difficultés lors des semis d'été. L'avoine et l'orge sont détruites par l'hiver en novembre, mais le blé d'automne résiste jusqu'à la première coupe de l'année suivante. On peut travailler le sol pour réduire les problèmes causés par les repousses de céréales. Il existe des herbicides efficaces contre celles-ci, mais ils risquent de provoquer un stress chez les graminées fourragères du mélange ou de les éliminer également.
Semis direct

Les semis directs d'été peuvent réussir si l'on prête une attention suffisante à la gestion des résidus, à la mise en place des semences et à la lutte contre les mauvaises herbes. Toutefois, il n'est pas recommandé d'employer le semis direct pour réensemencer un champ de luzerne existant en août en raison de l'autotoxicité de la luzerne voir Autotoxicité de la luzerne, des limaces et des maladies qui peuvent être présentes dans l'ancienne prairie.
Taux et profondeur de semis

Les taux de semis recommandés au tableau 3-3, Mélanges recommandés pour le fourrage entreposé et le pâturage, et au tableau 3-4, Taux de semis recommandés pour les peuplements de légumineuses et les peuplements de graminées purs, et nombre approximatif de semences par unité de poids pour plusieurs espèces fourragères, ont été calculés pour des conditions moyennes à bonnes. On peut réduire ces taux de 25 % lorsque la gestion est excellente et les conditions favorables à l'établissement. Cependant, ne pas réduire les taux de semis lorsqu'on utilise des semences enrobées parce que celles-ci sont moins nombreuses par unité de poids. Les conditions médiocres (lit de semence irrégulier, culture-abri dense, etc.) ne peuvent être compensées par une augmentation des taux de semis.

La taille des semences peut varier entre les cultivars et les lots de semences d'un même cultivar. Calibrer soigneusement le semoir pour éviter de semer trop ou pas assez de semences. Voir le tableau 3-4.

En règle générale, on enfouit les semences de la plupart des fourrages à 6 à 12 mm (1/4 à 1/2 po) de profondeur dans les sols argileux et loameux, et à 12 à 18 mm (1/2 à 3/4 po) dans les sols sableux.

Le pourcentage de levée baisse rapidement si les semences fourragères sont enfouies à plus de 20 mm (3/4 po) de profondeur. Les semences de légumineuses semées en surface peuvent s'établir si les conditions d'humidité sont idéales après le semis. Les semences déposées en surface ont beaucoup plus de chances de s'établir si les semis ont lieu à la fin mars ou au début d'avril (y compris les semis sur sol gelé) qu'à la fin d'avril ou en mai.
Matériel de semis
Semoir à céréales

Pour les semis de cultures fourragères, le dispositif le plus employé est le semoir à céréales muni d'une trémie pour semences de graminées. On peut se servir d'une trémie à graminées standard pour semer les graines de légumineuses et les graines de graminées plus petites comme celles de la fléole et de l'alpiste roseau. Certains semoirs à céréales sont équipés d'une trémie supplémentaire conçue pour les graminées, comme le brome et le

dactyle pelotonné, dont les graines plus grosses ne passent pas bien dans une trémie standard.

La plupart des semoirs sont équipés de tubes de descente montés sur la trémie à graminées. Pour épandre un engrais par le semoir à céréales, aligner les tubes de descente de façon que les semences tombent alignées, par-dessus l'engrais mis en place par le disque ouvre-sillons. Faire tomber les semences de 25 à 35 cm (10 à 14 po) derrière le disque ouvre-sillon de sorte qu'un peu de terre recouvre l'engrais avant l'arrivée de la semence; cela évite également d'enfouir les semences trop profondément.

Le tassage du sol après la mise en terre peut favoriser l'uniformité de la germination, surtout si le printemps est sec. Les roues plombeuses permettent de mieux recouvrir les semences fourragères et d'affermir le sol autour d'elles.

Si l'on ne dispose pas de roues plombeuses, on peut obtenir des résultats satisfaisants en tirant un rouleau ou des roues de recouvrement en caoutchouc derrière le semoir pour affermir le sol. L'utilisation du rouleau n'est pas recommandée lorsque le sol est mouillé, surtout sur les loams argileux où il y a des risques d'encroûtement.

Semoirs cultitasseurs

Les semoirs cultitasseurs comme les Brillion peuvent très bien servir à semer des fourrages; ils sont équipés de trémies pour les semences de petit et de gros calibre. Le premier rouleau affermit et nivelle le sol, et il ouvre un sillon à la surface duquel la semence est ensuite déposée. Le deuxième rouleau enterre les semences et affermit le sol autour d'elles. Ce type de semoir permet une excellente maîtrise de la profondeur de semis et affermit bien le lit de semence. Il n'épand pas l'engrais et, de ce fait, le démarrage n'est pas stimulé comme après un épandage d'engrais en bandes réalisés par un semoir à céréales. C'est un inconvénient, surtout là où le sol a une teneur en phosphore faible ou moyen.

Semoirs à la volée

Les semoirs à la volée permettent aussi de semer des fourrages. Leur principal avantage est la vitesse. Cependant ils permettent difficilement de maîtriser la profondeur des semis et il faut un tassage pour recouvrir les semences.

Il existe deux types de semoirs à la volée :

Les semoirs à disques rotatifs peuvent donner une répartition inégale, surtout par temps venteux ou lorsque les mélanges sont composés de semences légères et de semences lourdes. Cette méthode de semis produit généralement des peuplements de moins bonne qualité et n'est donc pas recommandée.

Les unités de distribution à air évitent les problèmes de vent et la ségrégation des semences tout en étant très rapides.

Semoirs pour semis direct

Ce système peut donner de bons résultats avec les espèces fourragères, mais il a mené à quelques échecs. Pour assurer le succès de l'établissement, voir les directives suivantes :

Veiller à la répartition uniforme des résidus, y compris de la balle;

Éliminer les mauvaises herbes vivaces, notamment le chiendent, avant le semis. Prévenir l'apparition des mauvaises herbes annuelles dans les nouveaux semis;

Ne pas semer à plus de 18 mm (3/4 po) de profondeur dans les sols légers, ou de 12 mm (1/2 po) dans les loams argileux. Vérifier que les ouvre-sillons placent les semences dans le sol et non dans les résidus de surface;

Pour optimiser les résultats, faire les semis de printemps par semis direct dans les résidus de soya, de céréales et de maïs. Enlever la paille de la culture précédente pour améliorer la mise en place des semences;

À l'automne, tuer le gazon dans les champs où l'on sèmera des légumineuses en semis directs au printemps. Éviter les endroits où le gazon dépassait 15 cm (6 po) au moment de la destruction chimique pour réduire les risques d'invasion d'insectes, de maladies et d'autotoxicité de la luzerne voir Autotoxicité de la luzerne.

Semis avec culture-abri

Une bonne partie de la superficie consacrée aux cultures fourragères en Ontario est ensemencée avec une culture-abri qui exclut les mauvaises herbes annuelles et procure une protection relativement rapide contre l'érosion sur les

terrains accidentés. L'inconvénient de la culture-abri est qu'elle fait concurrence aux fourrages pour l'humidité, la lumière et les éléments nutritifs. S'il l'un de ces facteurs fait défaut, la culture fourragère en souffre avant la culture de graminées.

Récolte de la culture-abri comme céréale

Ce système de semis fournit une récolte de céréales et une autre de paille pendant l'établissement de la culture fourragère. La culture céréalière exerce une concurrence qui nuit à l'établissement et réduit les rendements subséquents de la culture fourragère, et elle n'est donc généralement pas recommandée. La verse de la culture-abri ou le retard de la mise en balles de la paille peuvent aussi compromettre l'établissement de la culture fourragère. Il ne faut donc pas perdre de vue que l'objectif principal du semis est l'établissement de la culture fourragère, tandis que la production de céréales et de paille est plutôt secondaire.

Directives recommandées :

Généralement, on utilise l'avoine, l'orge ou les céréales mélangées comme cultures-abri. Le blé de printemps et le triticale de printemps peuvent également servir de cultures-abri et exercent habituellement moins de concurrence à l'égard des semences fourragères. L'orge à six rangs est préférable à l'orge à deux rangs.

En règle générale, pour réduire la concurrence au minimum, choisir le cultivar de céréale le plus hâtif et avec la tige la plus courte et la plus forte.

Réduire les taux de semis des céréales de printemps à 60 ou 70 kg/ha.

Réduire la dose d'engrais azoté ou de fumier pour éviter de produire une culture de céréales dense et sensible à la verse. Dans les conditions habituelles, ne pas épandre plus de 15 kg d'azote/ha sur les céréales de printemps.

Récolte de la culture-abri pour l'ensilage

La récolte de la culture de céréales sous forme d'ensilage permet d'éviter certains des problèmes liés aux semis de fourrages sous une culture-abri de céréales tout en permettant la lutte contre les mauvaises herbes et contre l'érosion. La culture-abri est enlevée avant d'être touchée par la verse éventuelle et d'exercer une concurrence excessive pour la lumière et l'humidité.

Couper les céréales au stade qui correspond le mieux aux besoins nutritionnels du bétail. Pour obtenir une qualité nutritive élevée, récolter les céréales à la fin de la montaison. Le report de la récolte au moment de l'épiaison complète augmente le rendement, mais réduit la qualité du fourrage. Pour augmenter le rendement de l'ensilage, on peut utiliser le taux de semis des céréales et la dose d'azote employés normalement. Lorsque le sol demeure raisonnablement humide après la récolte, on a de bonnes chances de pouvoir faire une coupe de fourrage à la fin d'août dans les zones recevant 2 800 unités thermiques de croissance ou plus.

Semis direct

Les semis de cultures fourragères sans culture-abri éliminent les risques qui en résultent pour l'établissement de l'espèce fourragère. Bien gérés, les peuplements fourragers en semis direct sont souvent plus fournis et plus uniformes. Cela est particulièrement vrai pour les espèces de fourrage comme le lotier corniculé, la luzerne et l'alpiste roseau, qui ne tolèrent pas les zones très ombragées. En l'absence d'une culture de céréales exerçant une concurrence pour l'humidité du sol, les semis directs sont moins vulnérables aux périodes de sécheresse de juin et juillet.

Les semis directs effectués au début du printemps peuvent donner une ou deux coupes de fourrage pendant l'année du semis, soit de 50 à 60 % du rendement d'un peuplement installé. Les semis directs de fourrages sont utiles lorsqu'il faut accroître rapidement la superficie à récolter pour compenser la destruction d'une culture par l'hiver ou pour combler des besoins accrus en fourrages.

En Ontario, le semis direct se pratique surtout :

dans les loams ainsi que dans les loams limoneux et sableux;
avec le lotier corniculé ou des mélanges à base de luzerne;
dans les fermes laitières où l'azote provenant du fumier provoque souvent la verse des céréales;
là où d'autres cultures comblent les besoins en céréales et en paille.

Les semis directs ne connaissent pas le succès sur toutes les fermes. La concurrence des mauvaises herbes est plus intense avec les semis directs qu'avec les sous-semis; voir le chapitre 12, Lutte contre les mauvaises herbes.

Pendant l'année du semis, les systèmes racinaires des cultures fourragères sont peu profonds et plus sensibles à la sécheresse que ceux des peuplements installés. Le stress dû à la sécheresse peut réduire la production à une coupe au lieu de deux, mais il ne réduit généralement pas la densité de peuplement.

Les semis directs effectués sur des loams argileux lourds obligent à apporter plus de soins à la préparation du lit de semence et aux semis. Les sols argileux, surtout lorsque le lit de semence est grumeleux, sont plus vulnérables à la sécheresse pendant la germination, ce qui réduit les chances de réussite de l'établissement. Ils sont également plus vulnérables à l'encroûtement et aux problèmes de levée si les semis sont suivis de fortes pluies.

Autotoxicité de la luzerne

Il est très risqué de semer de la luzerne à la place d'un ancien peuplement de luzerne parce que celui-ci laisse une toxine qui inhibe la germination, le développement des racines et la croissance des nouvelles plantules de la même espèce. C'est ce qu'on appelle l'autotoxicité de la luzerne. Les racines des plants touchés sont gonflées, recourbées et décolorées, et elles n'ont pas de poils absorbants. Les effets ainsi produits sur la croissance des racines peuvent avoir des répercussions importantes sur les rendements pendant toute l'existence du peuplement.

Si l'on resème la luzerne dans les deux ou trois semaines après avoir tué un ancien peuplement, le nouveau peuplement germera mal et sera clairsemé. Un délai plus prolongé permet un établissement complet, mais les toxines peuvent persister pendant six mois et endommager les parties souterraines des nouveaux plants, ce qui limitera les rendements pendant toute la vie du peuplement. Pour obtenir un rendement maximal, si la luzerne a deux ans ou plus, il faut semer un autre type de culture et attendre un an avant de semer à nouveau de la luzerne.

Les toxines ne sont pas présentes la première année après les semis; les semis infructueux ou détruits par l'hiver peuvent donc être resemés sans qu'il y ait risque d'autotoxicité. Cela est valable pour un semis d'été après l'échec d'un semis de printemps, ou un semis de printemps après l'échec d'un semis d'été.

Le semis sous couvert n'est pas recommandé pour augmenter la densité d'un peuplement de luzerne établi, parce que les chances de succès sont très minces. Souvent les nouveaux semis germent, semblent d'abord bien aller, puis meurent au cours de l'été. Il est parfois préférable de semer du trèfle rouge dans les zones clairsemées.

Inoculation

Pour croître normalement, toutes les légumineuses doivent avoir des nodosités productrices d'azote dans leur système racinaire. Ces nodosités sont formées par la bactérie Rhizobium.

Tableau 3-5. Doses d'azote recommandées sur les cultures fourragères vivaces

Cultures	Quantité d'azote recommandée (kg/ha)
Semis de légumineuses ou d'un mélange légumineuse-céréale	
Sans culture-abri	0
Avec culture-abri	15
Pâturage non amélioré	50
Graminée de semence	90
Foin ou pâturage	
La moitié ou plus de légumineuses	0
Du tiers à la moitié de légumineuses	60
Graminées (moins d'un tiers de légumineuses)	voir le tableau 3-6

100 kg/ha = 90 lb/ac

Pour produire une nodulation adéquate, chaque espèce de légumineuse (luzerne, trèfle, lotier corniculé) a besoin d'une souche de Rhizobium qui lui est propre. Si on sème une légumineuse pour la première fois dans un champ, la semence doit être inoculée avec la souche correspondante de bactérie Rhizobium avant le semis. L'utilisation de semences préinoculées donne des résultats satisfaisants, à condition que l'inoculant soit appliqué pendant la saison en cours. Comme l'inoculant doit être vivant, vérifier la date d'expiration et suivre les avertissements relatifs à la manipulation qui figurent sur l'emballage pour s'assurer d'une fixation adéquate de l'azote. Lorsqu'une légumineuse fourragère est semée régulièrement dans un champ comme culture dans la rotation, ces bactéries sont habituellement présentes dans le sol et elles devraient permettre une bonne nodulation. Le coût de la bactérie Rhizobium est peu élevé si on le compare à celui des semences. En cas de doute sur la présence de la bactérie Rhizobium dans le sol, inoculer les semences.

Auteur : Le personnel du MAAARO
Date de création : 20 août 2009
Dernière révision : 20 août 2009

Pour plus de renseignements :
Sans frais : 1 877 424-1300
Local : 519 826-4047
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca

Dernière mise à jour : November 13, 2013

ALGERIE, NOURRIR LA TERRE POUR NOURRIR LES HOMMES

Djamel BELAID. 4 novembre 2013. Réactualis le 16.08.2015

Il existe de nombreuses vidéos sur you tube montrant des semis sur couvert. C'est le cas de certaines d'entre elles prises en France et montrant un semis de blé sur du radis. Comme toutes les crucifères, le radis a de petites graines qui germent à la moindre humidité du sol. L'idée serait d'obtenir en Algérie, des couverts de radis avant semis du blé. Certes, ces couverts ne seraient pas aussi fournis que celui sur la viédo. Parfois, ils ne lèveraient pas du tout à cause du retard des pluies. Mais, en matière de semis sous couvert (SCV) comme le dit Lucien Séguy, il faut être opportuniste et être prêt à semer dès qu'il a plu. Le semis direct permet de telles opportunités.

Le développement de l'irrigation d'appoint sur céréales peut également aider à l'implantation de tels couverts. Mais pourquoi les détruire en faisant passer le semoir dedans comme sur la vidéo? Une telle masse végétale aurait pu servir de fourrages pour des moutons.

En fait, ce couvert a pour but de nourrir le sol. Il apporte au sol de la matière organique et vient renforcer une activité biologique du sol dont celles des vers de terre, véritables laboureurs du sol.

Il s'agit là de **l'abandon d'un paradigme:** enfouir au sol de la biomasse dans un pays qui présente un déficit de 4 milliards d'Unités Fourragères au lieu de le réserver aux animaux. Mais ce n'est que reculer afin de mieux sauter. Seul un sol riche est en mesure de produire plus de fourrages.

LE SEMIS DIRECT POUR EMMAGASINER PLUS D'EAU

En évitant de retourner le sol, le SD permet une meilleure porosité permanente du sol et une meilleure infiltration des eaux de pluies et donc moins de ruissellement. Cet effet maintes fois observé en divers lieux peut demander plusieurs campagnes agricoles avant d'être bien marqué.

Sous SD, la matière organique du sol est préservée et les vers de terre se développent. Leurs galeries constituent autant de voies de circulation de l'eau dans le sol. Pour amplifier le phénomène un couvert **est l'agent idéal.**

Outre l'apport de matière organique, les couverts végétaux apportent des éléments minéraux. Par ailleurs, le CV peut permettre de lutter contre les mauvaises herbes. Bien mené, il permet d'étouffer les

mauvaises herbes. Mais il faut pour cela choisir la bonne espèce ou le bon mélange d'espèces.

Le SCV permet

- non seulement d'améliorer la fertilité du sol
- mais aussi de réduire les intrants agricoles.

INSTALLER UN COUVERT VEGETAL A L'AUTOMNE

Installer une culture très tôt en automne est une méthode que pratiquent certains éleveurs. Ils utilisent pour cela l'orge. En cas d'orage de fin d'été ou début automne, l'orge lève rapidement et constitue un complément fourragers en vert: « el gssil ». Ces éleveurs installent ce type de couverts avec les moyens dont ils disposent : cover-crop et semoirs en ligne ou à la volée. Les résultats seraient bien meilleurs avec un semoir pour semis direct du fait :

- d'une meilleure conservation de l'humidité du sol
- ou du fait de la possibilité de semer immédiatement après un orage de fin d'été.

Il serait donc intéressant de **rechercher des espèces pouvant s'installer rapidement** après une pluie de début automne suite à un semis de qualité avec roulage. Les espèces de crucifères ont :

- de petites graines
- et ont la particularité de lever rapidement.

Il y a là tout un axe de travail dont doit se charger l'ITGC, la recherche universitaire, mais aussi les Chambres d'Agriculture. Quant aux paysans dynamiques, à eux dès maintenant de procéder à des essais, surtout lorsqu'ils disposent de semoirs pour semis direct.

Chapitre 4
MATERIEL AGRICOLE POUR SEMIS DIRECT 120

MATERIEL ARATOIRE : CREATION SOCIETE MIXTE ALGERO-PORTUGAISE - FABRIQUER LOCALEMENT DES SEMOIRS POUR SEMIS DIRECT? - SEMER EN DIRECT A COUT REDUIT - IMPLANTATION, FERMER CORRECTEMENT LE SILLON - SEMER AVEC MOINS DE POIDS ET MOINS D'EFFORT - ABDELATTIF BENHAMADI, UN AGRI-MANAGER.

MATERIEL ARATOIRE : CREATION SOCIETE MIXTE ALGERO-PORTUGAISE
Djamel BELAID 26.05.2015

Enfin une bonne nouvelle concernant le matériel agricole. El Moudjahid annonce ce jour la création d'une joint-venture entre l'Algérie et le Portugal. Notre agriculture a besoin urgent de matériel agricole. Jusqu'à présent ce sont les complexes industriels initiés par feu Houari Boumédiene qui permettent la production locale de tracteurs, moteurs, matériel aratoire, de semis, de transport ou de pulvérisation. A cela s'ajoute le montage local et l'importation.

Cependant, le matériel agricole reste encore parfois indisponible et son coût reste élevé. Nul doute que cette initiative va dans le bon sens. A ce titre on peut que féliciter Mr Abdeslam Bouchouareb, ministre de l'Industrie et des Mines et de tous ceux qui ont oeuvré pour la concrétisation pour cet accord.

Cette initiative devrait créer des emplois directs ou induits. « *Concernant l'intégration des produits fabriqués, le représentant du groupe public a indiqué qu'il se situera à 20%, la première année et 60% la 5e année, alors que les effectifs de l'entreprise évolueront pour leur part de 34 à 120 salariés, selon les mêmes périodes correspondantes* ».

Cette initiative est également intéressante par rapport au profil de Galucho. Un rapide tour sur le site de cette entreprise montre la fabrication d'une gamme de matériel moderne mais simple et robuste. Ce n'est pas l'hyper sophistication actuelle du matériel français avec ses difficultés d'entretien. Matériel peut adapté actuellement au contexte local.

UNE GAMME VARIEE DE MATERIEL

En l'absence d'un dossier de presse de la part des signataires ou du moins de la partie algérienne, le compte rendu d'El Moudjahid permet d'avoir une idée sur le matériel qui devrait être fabriqué.

« *Nouvelle gamme de matériels agricoles de travail du sol et de transport agraire (charrues à socs, à disques et à dents, remorques de transport agraire, matériels spécifiques comme les broyeurs, rouleaux, etc.)* »

Il est question d'engins de transport agricole. En la matière nous accusons un net retard. Depuis les années 70, les mêmes remorques agricoles sont construites par le groupe PMAT. Mais des remorques de petites capacités, sans relevage hydraulique, sans amortisseurs, rehausse des bords pour la récolte des fourrages par ensilage. Les remorques produites localement ont cependant le mérite d'exister. Elles ont contribué à transporter les produits agricoles servant à nourrir la population. Mais il est temps de les perfectionner. Comment? En installant un vérin sous la remorque permettant de la vider des grains qu'elle transporte. En installant de double essieux et de plus gros pneumatiques afin de suivre les moissonneuses-batteuses modernes durant la récolte. Espérons que la collaboration avec Galucho permettra la modernisation de nos remorques et ainsi réduire la peine des ouvriers agricoles. Car, il faut se le dire, en Algérie, une grande partie des charges telles que les sacs de céréales, les sacs d'engrais, les bottes de paille, le fumier sont manipulés à la force des bras. Le big-bag est encore inconnu de notre agriculture. Or, réduire les travaux pénibles est une priorité afin d'augmenter la production et d'attirer des jeunes vers l'agriculture.

Aussi étonnant que cela puisse sembler pour le profane, la remorque agricole, c'est tout un monde. Il suffit par exemple d'aller sur le site d'un constructeur tel Lambert-sa.com pour constater la diversité de ces engins: remorque pour grains, remorques pour balles rondes, bétaillères pour les animaux.

On peut se demander pourquoi des partenariats ne sont pas développés avec des constructeurs privés locaux. A Batna, la société TirSam développe un réel savoir-faire en matière de remorques; remorques routières mais aussi remorques agricoles.

Il est également question de fabriquer du matériel aratoire. Cela est salutaire. La résorption de la jachère passe par une disponibilité en plus de matériel. Là

aussi, des entreprises telles Tirsam fabriquent localement une partie de ce matériel. Il pourrait être intéressant de développer des synergies.

OUBLI DU JOINT-VENTURE, LE SEMOIR POUR SEMIS-DIRECT.

Mais, concernant le matériel aratoire, il est à noter qu'une révolution est en cours dans la profession: l'abandon du labour et son remplacement par le semis-direct. Le semis-direct est révolutionnaire car, outre qu'il réduit l'érosion hydraulique que favorise la charrue, il améliore les rendements. Et cela particulièrement en année sèche où on obtient seulement 2 quintaux/hectare contre 10 qx/ha avec semis direct. Les agriculteurs qui ont pratiqué le semis-direct remisent leurs charrues et tout le matériel aratoire qui va avec. Ils ne veulent plus en entendre parler. Un peu comme un utilisateur d'Iphone par rapport au vieux téléphone fixe. Certes, le semi-direct reste encore peu répandu en Algérie, mais il constitue une révolution qui risque de rendre progressivement obsolète charrues et cover-crop. On peut d'ailleurs se demander pourquoi les signataires de ce joint-venture privilégient des outils inadaptés au contexte semi-aride local. Galucho, ne fabrique pas de semoirs pour semis direct. Cette société portugaise ne possède pas de tels engins dans son catalogue en ligne.

Il est à espérer que le scénario de la fabrication de tourne-disques Made-in-DZ ne va pas se reproduire. Rappelons les faits pour les plus jeunes lecteurs. Dans les années 70, une entreprise publique a signé un accord pour fabriquer localement des tourne-disques. Mais le développement de l'utilisation de cassettes audio pour magnétophones a vite ringardisé les tourne-disques fabriqués localement que certains comparaient à des jerrycanes.

Nous nous permettons de mettre en garde les décideurs de la partie algérienne. Sur le terrain, les grosses exploitations privés ou publiques (fermes-pilotes, EAC) se tournent vers le semis direct. Ces exploitations s'équipent en semoirs Kuhn, semeato, Gaspardo et autres. Même les CCLS suivent le mouvement avec un contrat portant sur une vingtaine de semoirs directs de marque SOLA. Le secteur public du machinisme agricole se doit d'assurer une veille technologique quant à l'évolution des pratiques en matière d'implantation des cultures. Il faut le redire, nous sommes plusieurs à dire et à écrire « *al mahrath 3adou al ardh* », la charrue est l'ennemi du sol. Pour s'en convaincre, il suffit de visionner les vidéos en ligne sur you tube. Vidéos, relatives à « l'agriculture de conservation » avec « semis direct » que ce soit en Algérie ou au Maroc. Il y a une tendance de fonds à bannir la charrue et le cover-crop des sols algériens et maghrébins. Avant les évennements actuels la Syrie emblavait jusqu'à 60 000 ha en semis direct.

PMAT, ETRE A L'ECOUTE DES AGRICULTEURS

Ce sont les experts en arido-culture de l'Icarda qui ont vulgarisé cette technique. Ils ont mis au point un semoir de semis direct dénomé Ashbel dont un exemplaire est en démonstration dans des EAC de la région de Sétif. Après des essais concluants, à Settat, les agronomes et ingénieurs machinistes marocains, aidés d'ONG françaises et de l'ex-Cemagref ont conçus des prototypes de semoirs. L'avantage des semoirs conçus en Syrie et au Maroc est leur prix trois fois moins cher que les semoirs européens ou brésiliens ainsi que leur capacité à pouvoir être tirés par des tracteurs de 65 à 80 CV. Les semoirs européens sont souvent trop lourds. C'est le cas de ce semoir SOLA immobilisé sur palettes depuis 2 ans à la CCLS de Aïn Témouchent. La version importée par l'OAIC est portée et pas trainée. Résultat il faut un tracteur de 200 CV indisponible localement.

Galucho sait également fabriquer des chargeurs frontaux et des épendeurs de fumier. C'est engins sont indispensables sur le terrain. Il ne fait aucun doute que cette entreprise maîtrise un réel savoir faire. De ce fait, il nous semble que le pari de la partie algérienne sera d'orienter Galucho vers la production de matériel dont notre agriculture a besoin. Gare à l'effet « tourne-disques ». L'agriculture locale a besoin de semoirs légers pour semis-direct, de chargeurs frontaux, de godets-hydraulique, de remorques à relevage hydraulique, de remorques à double essieux. Les besoins concernent également un matériel spécifique pour la filière pomme de terre et la filière fourrage. Les broyeurs de paille que semblent proposer Galucho ne sont pas intéressants dans le context actuel. Il nous faut des ensileuses, des pinces hydrauliques pour balles enrubannées, des remorques à large plateaux pour balles-rondes. Enfin en matière de désherbage mécanique des céréales apparaissent sur les marchés étrangers des herses étrilles et houes rotatives. Il s'agit de les proposer sur le terrain. Ils complètent ou peuvent remplacer le désherbage chimique.

PMAT, PILIER DE L'AGRICULTURE

Il faut souligner l'apport conséquent de PMAT au machinisme agricole en Algérie. C'est le cas avec la filière pomme de terre ou la pulvérisation phytosanitaire. La fabrication de matériel local moins a permis d'élargir l'emploi du pulvérisateur à de nombreuses exploitations. Pour rappel lutte contre les mauvaises herbes peut permettre de doubler le rendement du blé. Un fongicide contre la rouille peut sauver une récolte de blé dur. Aussi, les dirigeants,

dont Mr Salah Atouchi, les cadres et ouvriers du groupe PMAT et de l'ensemble de la filière machinisme agricole sont à féliciter pour leur apport à l'agriculture algérienne.

Dorénavant, ils vont pouvoir disposer de sang neuf afin de stimuler la gamme des productions locales. Mais cela nécessite d'être au diapason des évolutions dans l'emploi du matériel agricole au sein de nos exploitations. Aujourd'hui, avec les salons, les foires et internet les agriculteurs se mettent à la page. Il suffit de voir l'intérêt pour l'enrubannage. PMAT doit répondre à la demande, mais encourager certaines évolutions. Sa tache n'est que plus complexe.

FABRIQUER LOCALEMENT DES SEMOIRS POUR SEMIS DIRECT?
D.BELAID 18.10.2014

Le semis direct est une innovation majeur en zone semi semi-aride. En Algérie, la disponibilité en semoirs pour semis direct est faible. N'y aurait-il pas un moyen de fabriquer soi même son semoir? Nous pensons que c'est à la portée d'un bon artisan.

Un semoir classique n'a pas la force d'enterrer les semences, même si ce n'est que sur 3 cm lorsque le sol n'est pas travaillé.

Un semoir pour semis direct peut le faire car il est lourd. La solution serait d'alourdir un semoir conventionnel. Une telle opération nous semble difficile à réaliser. Bien que rien n'est réalisable pour un bon bricoleur. Il serait possible de s'inspirer de la démarche des agriculteurs américains. Ils sont à l'origine de la mise au point du streep drill.

Sur maïs, des agriculteurs américains ont imaginé une suite de deux outils: une dent ou soc ouvreur qui travaille juste à l'endroit où passe le disque semeur du semoir. Dans l'inter-rang, le sol n'est pas travaillé. On pourrait imaginer un même dispositif sur un semoir classique à céréales: un bâti attelé au tracteur et portant des dents travaillant à 3-4 cm de profondeur (un peu comme une bineuse) puis un autre bâti permettant d'atteler le semoir. On peut se demander si les dents ne pourraient pas être fixées directement à l'avant du semoir.

Le principe est que les organes d'enterrement du semoir passent exactement à l'endroit où à travailler la dent.

Afin de ne pas alourdir l'ensemble quelques goulottes de distribution pourraient être enlevées sur les extrémités du semoir. Il faut par ailleurs envisager des dents crantées écartant les résidus de culture. Enfin, des chaînes à gros maillons tirées à l'arrière du semoir permettent de mieux refermer le sol. Ce qui n'empêche pas également d'imaginer des roues tasseuses. Des photographies de tels systèmes existent sur le net à propos d'ensemble strip-trill améliorés par des agriculteurs (voir aussi le site d'Arvalis).

COLLABORER AVEC DES ONG ETRANGERES

Cette idée pourrait être reprise et testée par un investisseur potentiel. Il existe des personnes ressources à l'étranger prêt à apporter une aide. C'est le cas de l'ONG parisienne FERT et de l'ex-CEMAGREF qui contribuent à développer au Maroc et dans les pays du Sahel des semoirs pour semis direct. Il est possible de faire appel également aux ingénieurs agronomes algériens spécialisés en option machinisme et à des agriculteurs imaginatifs.

Ce genre de préoccupations pourraient être reprises également par le secteur public. Le groupe PMAT se doit de renforcer sa cellule conception afin de mettre au point tels dispositifs. Des collaborations avec des constructeurs étrangers, petits ou grands, pourraient être mises en place.

Les pouvoirs publics pourraient également imposer aux concessionnaires privés important du matériel agricole étranger de commencer à produire localement du matériel simple ou de la pièce détachées.

Annexe 1 : LES ORIGINES DU SEMOIR AITCHISON

« Le semoir Aitchison a été conçu au début des années 70 en Nouvelle-Zélande. A l'autre bout du monde, ce petit pays s'est spécialisé dans la production de lait et de viande presque uniquement à base d'herbe. Dans un environnement plutôt vallonné et caillouteux, avec très peu de main-d'œuvre, sans primes ni subventions, les agriculteurs ont été contraints de s'adapter et faire preuve d'efficacité économique.

C'est dans ce contexte difficile que Peter Aitchison a mis au point un semoir de semis direct répondant aux besoins des agriculteurs néo-zélandais : simple, efficace, économique. Il avait déjà compris que le recours au labour était inenvisageable et qu'un semoir de semis direct classique à disques ne crée pas un lit de semences idéal,

surtout sur prairie. Il fallait trouver un principe qui fonctionne aussi bien en sur-semis (rechargement de la prairie en place ou implantation de dérobées), qu'en rénovation (destruction chimique puis réimplantation d'une nouvelle prairie).

Le semoir Aitchison a très vite connu le succès sur ses terres, mais aussi à l'étranger où il a souvent été détourné de son usage initial, la prairie, pour implanter toutes sortes de cultures. L'herbe est certainement l'une des cultures les plus difficiles à réussir, surtout en sur-semis où il faut gérer la concurrence des plantes existantes. Le principe de semis direct Aitchison s'est ainsi révélé très polyvalent ».
Sources : Semoir Aitchison.fr

Annexe 2 : **L'herbe en semis direct économise deux passages**
« *Sur des terres aussi arides et caillouteuses, les prairies doivent être ressemées tous les ans* », explique André Gras, qui mène en extensif une troupe de 250 brebis viande et une quinzaine d'Aubrac en race pure à Saint-Alban-sur-Limagnole (Lozère).
(…) « *J'ai donc choisi de m'orienter vers le semis direct pour réduire le nombre de passages*. » (…) « *Avec le semoir à herbe je travaille sans retourner la prairie, ce qui me permet de conserver les repousses de la campagne précédente et d'augmenter un peu mon volume de fourrage. Le Aitchison étant assez léger et peu tirant, je peux semer à 12 km/h sans trop solliciter mon tracteur de 90 chevaux* », raconte André Gras.(…).

La nécessité de gagner du temps l'a orienté vers le semis direct, mais c'est la simplicité de l'engin qui lui a fait sauter le pas. « ***Tout est mécanique et très simple. Tellement simple qu'un bon bricoleur pourrait se le fabriquer*** », plaisante-t-il. Le semoir Aitchison de 2,10 m de large lui a coûté 8 000 € (...).
Sources : La France Agricole. 27 octobre 2006 - n°3156 - page 28

SEMER EN DIRECT A COUT REDUIT.

Une opportunité exceptionnelle de produire des semoirs en Algérie. Philippe Vaudur construit des appareils de semis. Cela peut intéresser des investisseur privés ou PMAT pour d'éventuels partenariats. D. BELAID 16.09.2014

Philippe Vaudour construit des appareils de semis direct destinés à l'Afrique. Ils pourraient toutefois intéresser aussi des agriculteurs français. Ce marchand réparateur du Loir et Cher travaille avec l'association Afdi, à partir d'un brevet du Cemagref. En Touraine, une opération de coopération s'est engagée il y a plusieurs années avec le Mali. Elle a mobilisé différents partenaires : Afdi Touraine, Anicet Marionneau (Cemagref), le CFA-MFR de Sorigny, le Centre Jean Bosco de Sikasso, etc). Ils ont développé un semoir artisanal pour le semis direct (voir le reportage paru dans le mensuel Entraid' de septembre 2009). La Sarl Vaudour, marchand réparateur à St Amand Longpré (Loir et Cher), a pris le relai pour fabriquer plusieurs appareils. Les premiers seront livrés en 2010 sur le continent africain.

Le principe est original par rapport à ce qui existe sur le marché. Il s'agit de trancher le sol (et le couvert végétal) avec un disque, qui est poussé. La pénétration n'est pas due au poids de l'appareil **mais à l'angle qui est donné au disque et à l'inclinaison du bras qui le pousse**. « On arrive à quelque chose de très léger, explique Philippe Vaudour : 500 kg pour un quatre rangs. Un petit tracteur suffit. Il faut d'ailleurs ne pas dépasser 4-5 km/h ».

L'élément de mise en terre est doté sur un côté :

- d'un tronc de cône qui limite la profondeur,
- et de l'autre d'un peigne horizontal qui referme le sol.

La distribution est mécanique et fait appel à des composants Sepeba. « *J'avais présenté une version avec semoir pneumatique en septembre 2009 au Festival Non Labour Semis Direct. Mais il vaut mieux un système plus simple pour être sûr qu'un tracteur très dépouillé pourra le traîner* ». Le semoir a été testé dans la région, mais pas encore adopté par des clients. Une version pour céréales est aussi envisagée, avec des éléments sur deux rangées, et un inter rangs d'environ 20 cm. « *Nous avons beaucoup d'idées, mais je le chantier avance lentement car je ne m'y consacre qu'en dehors des heures de travail normal* ».

Contact : 02 54 80 33 17. Pascal Bordeau. Photo ci dessous : Le disque vu de face, avec son cône limiteur de profondeur.
disque_semoir_afdi_vaudour_cemagref

IMPLANTATION, FERMER CORRECTEMENT LE SILLON
Frédéric Thomas, TCS n°42 - mars / avril / mai 2007 -

La gestion des résidus devant les lignes de semis et l'ouverture du sillon a été jusqu'alors la préoccupation

majeure des TCSistes et s'est traduite par d'importants progrès en matière de régularité et qualité du positionnement des graines. Aujourd'hui, de plus en plus d'agriculteurs mais également de constructeurs commencent à considérer la fermeture du sillon comme une intervention complémentaire déterminante pour l'environnement de la graine permettant de garantir une levée rapide et homogène. Cet aspect est essentiel lors des implantations de printemps avec des cultures souvent monograines et des sols qui peuvent passer très vite d'un état humide, gras et plastique à un état sec et dur. Si certains constructeurs sont restés dans le rappui latéral classique, d'autres proposent des solutions plus sophistiquées qui peuvent aller jusqu'à un léger re-travail de la ligne de semis. Afin d'y voir plus clair, nous avons essayé de faire l'inventaire des options et des pratiques.

Avec du poids, il est toujours possible d'ouvrir un sillon même dans les sols les plus durs, cependant dans la majorité des cas et surtout en situation de semis direct, les disques ouvreurs exercent sur le sol une action similaire à un « coin ». Ainsi l'appui sur le sol tend à compacter les parois latérales même en conditions sèches. En conséquence, ce lissage peut emprisonner la graine dans une véritable gouttière qui va limiter une colonisation rapide du sol par les jeunes racines de la plantule, se remplir d'eau ou s'assécher rapidement en fonction des fluctuations climatiques ; des conditions tout aussi néfastes à la germination. Cette situation est bien entendu exacerbée en sol argileux et lorsque les conditions d'intervention sont un peu humides mais elle se retrouve corrigée dans le temps parla remontée du taux de MO en surface, le développement d'une activité biologique intense et l'utilisation de couverts performants et structurants.

L'environnement de la graine est également déterminant pour limiter les pénalités infligées par les ravageurs tels que les taupins, corbeaux et limaces. Cette fixation sur l'ouverture du sillon, le positionnement de la graine et la conservation de l'eau (contact sol graine) ont trop souvent fait oublier qu'une graine et une jeune pousse nécessitent également de grandes quantités d'oxygène pour se remettre en activité et redémarrer rapidement. Ainsi les modes de fermeture par pression qui correspondent plus aux préparations de lits de semences traditionnelles montrent leurs limites et apparaissent de moins en moins adaptés aux itinéraires très simplifiés et surtout directs. De plus, la pression exigée pour la fermeture du sillon avec des dispositifs classiques, qui est relativement proportionnelle à la pression d'ouverture, exige encore plus de poids.

Ainsi la recherche d'une pénétration régulière et d'une plus grande stabilité des semoirs au travail a conduit les constructeurs comme beaucoup d'agriculteurs à lester les machines et/ou les éléments. S'il s'agit d'un poids certainement judicieux en conditions dures, cette charge peut devenir un handicap lorsque le sol est un peu plastique et risque d'accentuer les compactions latérales et positionner la graine dans un environnement trop hermétique pour une germination rapide et totale. À l'inverse en sol limoneux, cette fermeture trop énergique peut favoriser la battance toute aussi néfaste. Enfin, une fermeture avec conservation d'oxygène ne doit pas se solder par la création d'une voûte au-dessus de la graine, un environnement déjà favorable aux limaces et qui peut, si un peu de lumière arrive à pénétrer dans le sillon, entraîner le démarrage de la plantule qui aura beaucoup de mal à sortir.

Même si l'important avant tout est la qualité du sol et les conditions d'intervention, de nombreux constructeurs et également des agriculteurs ont mis au point d'autres approches de fermeture de la ligne de semis pour répondre à ces difficultés qui intègrent toutes plus ou moins un léger re-travail après le positionnement de la graine. Comment refermer la ligne de semis avec un peu mais pas trop de pression tout en maintenant une bonne aération et une surface suffisamment friable, un compromis pas si facile que cela mais une qualité de travail qui est la clé d'une levée rapide, homogène et avec des plantes dynamiques.

Roues à doigts

Cette approche, qui s'est développée particulièrement aux USA dans les années quatre-vingt-dix, fait appel à des roues de chasse-résidus rotatifs montées à la place d'une ou des deux roues de fermeture classique. En pénétrant dans le sol sur le côté du sillon, les dents exercent une pression latérale qui tend à briser la ou les parois du sillon tout en fabricant un peu de terre fine pour faciliter le recouvrement de la graine. Ce montage est efficace pour faire un peu de terre, mais n'apporte aucune pression sur la graine, et peut, dans certaines conditions de sol et de réglages, laisser un sol soufflé et, si la profondeur de travail est mal maîtrisée, aller jusqu'à éjecter des graines hors du sillon. À ce titre, certains constructeurs comme Martin proposent de monter des roues en aluminium soit à l'intérieur, soit à l'extérieur, afin de mieux maîtriser la profondeur et d'apporter un léger raffermissement de la ligne de semis. Le travail pouvant être fignolé par une chaînette en arc de cercle qui ramène et concentre la terre fine dans et sur le sillon.

La version Thompson

De conception plus récente, cette roue de fermeture est censée améliorer les performances des autres dispositifs. La faible épaisseur des roues qui ressemblent plus à des disques droits facilite la pénétration dans le sol afin de bousculer les bords du sillon et limite l'accumulation de terre en situation collante, tout en facilitant le positionnement de décrottoirs. L'extrémité arrondie et l'angle des dentures assurent à la fois un travail latéral et une légère pression sur le sol qui croit avec le degré de pénétration. C'est en fait ce qui limite progressivement la profondeur de travail du dispositif dans le sol. Dans certaines conditions et surtout en semis direct, le constructeur propose également une cale en forme de coin à monter sur l'axe afin de fermer un peu l'angle à l'arrière pour ramener sur le sillon de la terre écartée par les disques ouvreurs.

Posi-Close : une approche originale

Schlagel, constructeur d'accessoires aux USA, propose une approche assez différente. Toujours pour éliminer les lissages éventuels du sillon tout en cherchant à le refermer avec un bon rappui même en conditions un peu humides, il a développé des roues ou plutôt des rouleaux à doigts horizontaux. Il s'agit de petites « roues cages » avec les barreaux qui exercent une pression sur plusieurs centimètres de large et qui en pénétrant légèrement dans le sol referment le sillon par pression et cisaillement. Cet effet est renforcé par l'inclinaison des doigts vers l'avant qui entraîne un léger dérapage sur le sol et tend à repousser la terre vers le centre. En position normale, les roues sont écartées au sol d'environ 2 cm mais lorsque le sillon est plus dur à refermer, il est possible de les resserrer afin de concentrer la pression sur une surface plus étroite. Dans ce cas, les doigts des roues sont engrainées les uns dans les autres comme les dents de deux pignons. Enfin et dans des conditions très particulières, ce même dispositif peut être monté aussi en lieu et place des roues de jauge latérales afin de maintenir la profondeur tout en évitant le pincement entre roue et disque qui accentue souvent le problème. Ce dispositif est adaptable sur semoir John Deere et aussi Monosem.

Roue en fonte et disque cranté pour Monosem

L'approche Monosem associe, quant à elle, la roue « Pro » et un choix d'outils de fermeture du sillon sur les semoirs de NX, également adaptables sur les versions NG. Avec ce type de semoir, il faut impérativement remonter la profondeur de semis surtout en semis direct pour obtenir de bons résultats. La roue « pro » d'un grand diamètre en aluminium avec bandage inox est surtout plus large que les bords du sillon. Ceci lui permet de bloquer la graine et de l'appuyer dans le fond du sillon tout en brisant les bords du fond du sillon. Ensuite pour finir le travail, il est possible de boulonner sur les roues traditionnelles un disque cranté face extérieure afin de légèrement retravailler le sol sur le côté et projeter un peu de terre sur le sillon. Une autre option consiste à monter une roue crénelée en fonte assez large afin de rappuyer énergiquement et latéralement tout en brisant le bord et le dessus du sillon.

M. Courjux (Isère), en TCS et SD en fonction des conditions de sol et de précédent, mais également producteur de maïs semence, utilise un NX depuis six ans. Pour lui, il est indispensable avec ce type d'outils de remonter la profondeur de semis et de ne pas excéder 2 à 2,5 cm afin de profiter de la qualité de positionnement qu'apporte la roue « pro ». Comme il travaille en terres argileuses et graviers, il a choisi d'équiper le semoir avec la roue fonte crantée qui, grâce à son poids, son diamètre légèrement supérieur et ses aspérités, ramène bien la terre, ferme le sillon en terre argileuse et retravaille la surface pour éviter la battance. De l'autre côté, la roue conventionnelle complète l'intervention et remplit un peu le rôle de roue de jauge pour l'ensemble. Ainsi positionnées, les graines germent rapidement pour des levées très homogènes même dans un chaume de ray-grass après une récolte d'ensilage.

J. Pouzier (Puy-de-Dôme) qui se trouve en bordure de Limagne avec des terres très argileuses mais également des sables et des alluvions, avait pris quant à lui la roue fonte en option dans le but de ne la monter que dans les conditions où elle semblerait nécessaire. Cependant et avec l'expérience, ce dispositif est maintenant à tenir quelles que soient les conditions. « Bien régler le semoir et surtout trouver les bonnes pressions sur la roue « Pro » comme sur les roues de fermeture peut demander plusieurs tentatives, précise-t-il, mais cela est nécessaire pour obtenir un bon semis à très faible profondeur. » Pour lui, également, il ne faut pas descendre à plus de 1 à 2 cm, d'autant plus que la terre reste fraîche en SD. À ce titre, et comme il fait un peu d'entreprise, à la demande d'un voisin, il a accepté de semer une parcelle un peu plus profond (4 à 5 cm) pour une levée très décevante : une expérience malheureuse qui confirme cependant parfaitement ce facteur de réussite.

Kuhn : ramener de la terre avec des disques

Chez Kuhn, ce sont deux petits disques (20 cm de diamètre) légèrement concaves et décalés (5 cm) qui travaillent de chaque côté du sillon et ramènent de la

terre sur la lignede semis avant le passage des roues plombeuses. La Cuma de Castet Arouys (Gers), dont une partie des cultures monograines (maïs et sorgho) est implantée soit en direct ou après une légère préparation au chisel, utilise ce dispositif depuis plusieurs années. Le positionnement de la graine comme de la fermeture du sillon est très satisfaisant même à vitesse de semis soutenue (8 km/h). Là encore, les utilisateurs signalent qu'ils obtiennent de meilleurs résultats avec des semis assez superficiels. Par contre, si ces disques peuvent légèrement travailler le sol, ils fonctionnent mieux avec un peu de terre fine. Si cela est optimum en TCS, en SD, les Gersois recommandent de faire légèrement gratter les roulettes étoile à l'avant du semoir afin de faire et de laisser un peu de terre pour les disques de fermeture. Enfin, ce dispositif est réglable en hauteur et en pression mais il peut absorber une partie non négligeable du poids et perturber le travail des autres éléments. Dans certaines conditions de sol dur, il peut être nécessaire de lester la machine.

Sola : moins ouvrir le sillon

Pour Sola, il faut anticiper le problème en amont en limitant l'angle d'ouverture du sillon. C'est pour cette raison que le Prosem possède un angle d'ouverture de 9° seulement contre 13° pour la plupart des autres machines. Ainsi, il faut moins de poids pour pénétrer le sol à conditions égales, ce qui se traduit par moins de pression, moins de lissage et par conséquent des sillons plus faciles à refermer. Ce constructeur est également opposé à tout rappui de la graine dans le sillon et le résultat de différents essais plaide en sa faveur (cf. TCS N° 37 page 8). À l'arrière, les roues de fermeture peuvent être équipées de disques crantés pour améliorer la qualité de fermeture. Outre un réglage de pression classique, l'angle au sol des roues plombeuses peut être facilement modifié grâce à un montage original sur l'arbre commun et coudé. L'objectif n'est pas vraiment de pincer plus ou moins la terre à l'arrière pour améliorer le travail mais d'exercer en fonction de la profondeur de semis toujours la pression latéralement au niveau de la graine et non au-dessus : plus le semis sera profond, plus le contact au sol sera écarté et inversement.

M. Milhorat d'Agro d'Oc qui a réalisé les essais comparatifs et suivit quelques machines confirme que le poids, contrairement à ce qu'il est couramment admis, permet peut-être d'assurer une bonne qualité de positionnement mais il handicape certainement la vitesse et l'homogénéité de la levée. En d'autres termes, il lui semble plus favorable de semer plus superficiellement et d'alléger les machines que de les lester. Pour ce qui est des disques crantés, ils sont pour lui intéressants en sables et limons pour renfermer sans trop de pression, légèrement réchauffer le sol et obliger les roues à tourner. Par contre en sol argileux, il vaut mieux les oublier et rester avec les roues conventionnelles car elles risquent de découper la terre, remonter des mottes et contribuer plus à l'assèchement du sillon qu'à sa fermeture.

Bertini : un nouveau prototype pour la fermeture du sillon

Ce semoir est l'un des premiers à proposer pour optimiser la fermeture du sillon un rappuyage associé à un léger travail de la ligne de semis. Les roues plombeuses munies de dents en forme de section pour limiter l'accumulation de terre comme de résidus sont bien entendu réglables en pression. Grâce à un excentrique, il est possible de les faire travailler soit, avec un angle refermé vers l'avant dans le but d'augmenter le nettoyage autour du sillon un peu comme des chasse-résidus, soit, avec un pincement à l'arrière afin de pousser la terre vers le centre et améliorer la fermeture du sillon. En complément et surtout pour les implantations de cultures monograines, le constructeur fournit un kit qui permet d'augmenter l'inclinaison des roues afin d'augmenter la pression latérale et mieux retravailler la surface du sillon. Ce dispositif qui donne de bons résultats arrive cependant à se bloquer lorsque la terre est trop collante ou à se coincer éventuellement avec un caillou de la taille du poing. Ainsi dans des conditions limites et surtout pour les implantations d'automne, certains utilisateurs retirent l'une des roues et peuvent ainsi continuer à semer.

Didier Lambin (Marne) est l'un des premiers utilisateurs de ce semoir en France. En terre crayeuse et argileuse, il a implanté des céréales d'hiver mais également du maïs, du tournesol et même des betteraves. Pour ces dernières, il est cependant revenu à un semoir conventionnel plus pour des raisons de largeur de rang que de qualité de semis (il sème la betterave à 45 cm pour la récolte alors que les lignes de semis du Bertini sont tous les 20 cm). Concernant la fermeture de la ligne de semis, il est très satisfait même si les dents ont tendance à un peu découper la terre en situations argileuses et faire des lambeaux. « Cependant, précise-t-il, il ne faut pas demander l'impossible à la machine car en présence d'un bon couvert, bien développé, le résultat est tout de suite meilleur. » Jean-Louis Izard (Haute-Garonne) fait sensiblement le même constat alors que dans le Sud-Ouest, il sème en direct sur chaume et non sur couvert, qu'il hésite à introduire, à cause des difficultés de ressuyage au printemps dans ses argilo-calcaires très collants, du sorgho, du tournesol et du blé dur. Pour lui, le plus important est de ne pas entrer trop tôt et d'attendre les bonnes conditions. Comme le

sol n'est pas travaillé à l'avance, il n'y a pas de risque d'assèchement du lit de semence et cela permet d'ailleurs de semer le plus léger possible (2 à 3 cm) afin de gagner en température et vitesse de levée. Il apprécie particulièrement la pression sur la ligne de semis et surtout le léger travail des dents qui doit permettre un meilleur réchauffement de cette bande sans lissage.

SEMER AVEC MOINS DE POIDS ET MOINS D'EFFORT

Frédéric Thomas, TCS n°40, novembre / décembre 2006 -

Depuis quelques années, l'équipe Afdi Touraine, présidée par Michel Rochoux, agriculteur à la retraite, avec la contribution de Philippe Lion, ancien conseiller agricole et maintenant SDiste dans des limons battants du sud de l'Indre-et-Loire, d'Henri Vilette, formateur en machinisme au Centre de Sorigny, et le soutien d'autres collègues, tente d'aider des paysans du Mali au travers de diverses activités.

Au vu des conditions de sol, de climat mais également de travail encore beaucoup manuel pour implanter et entretenir les cultures, le semis direct est rapidement apparu comme une option à privilégier. Cependant il n'existe pas vraiment de petits semoirs, simples et performants adaptés à ce type d'agriculture. Relevant ce défi, le groupe s'est ainsi mis à la recherche d'outils et d'idées pour fabriquer ou faire fabriquer un semoir adapté sur place. Leur quête les a amenés jusqu'à Anicet Marionneau du Cemagref, un ingénieur qui avait développé un système de disque ouvreur très innovant dans les années quatrevingt. Cependant, cette innovation n'a pas été retenue par les constructeurs certainement pas suffisamment intéressés par le semis direct à l'époque. En fait A. Marionneau, dans son approche, a copié la brouette qu'il est toujours plus facile de tirer que de pousser puisque, dans le sens de l'avancement, la résultante des forces (le poids et la poussée) tend à faire rentrer la roue dans le sol alors qu'en la tractant dans le sens inverse, les mêmes forces s'annulent en partie. Les mêmes relations physiques conduisent à des conclusions identiques même avec un disque ouvreur de semoir. Alors que tous les constructeurs utilisent des disques tirés, dans la version Cemagref, le disque fixé au bout d'un bras d'environ 1,10 m de long est poussé. Il est également incliné de 30° en remontant le bras de poussée à l'arrière (environ 65 cm du sol). Ainsi, l'inclinaison progressive de la biellette de poussée crée un angle d'entrure qui peut osciller entre 8° et 12°. De cette manière plus la terre est dure, plus le pouvoir de pénétration dans le sol augmente. Ce phénomène va forcer le disque à rentrer dans le sol même dur, sans avoir recours à du poids supplémentaire. Il joue d'ailleurs dans les deux sens, car sur un sol meuble l'effort tendant à faire pénétrer le disque diminue ce qui permet l'utilisation de ce dispositif sur un sol avec ou sans préparation.

Séduits par l'approche, nos TCSistes ont repris le concept, confectionné plusieurs prototypes dont le dernier modèle a déjà tourné en Afrique. Il s'agit d'un outil à seulement deux lignes de semis en monograine (culture du coton). Les éléments de distribution, d'origine malienne fabriqués par des forgerons locaux, ont été directement fixés sur les lignes de semis. Celles-ci sont réalisées avec des disques usagés de Semeato (35 cm de diamètre) afin de comprimer le prix de revient. Un cône fixé sur le côté de chaque disque permet de maintenir une profondeur de semis constante. La graine est ensuite déposée par un tube caché par le disque dans un sillon plus en forme de U que de V et la terre soulevée latéralement retombe sur la semence avant un léger rappui avec un rouleau confectionné avec d'anciennes roues de fermeture de sillon de PNU Monosem. Au final, le semoir pour traction animale ne pèse que 200 kg contre 350 kg pour celui attelé derrière un tracteur ; la différence étant dans l'attelage puisque les éléments sont identiques.

Après quelques tours de disques en Touraine, les premiers essais sur place ont été très concluants. Avec seulement 28 kg/disque et 20 kg sur la roue plombeuse, les disques rentrent dans toutes les terres, même les plus dures. Pour augmenter ou réduire la capacité de pénétration des éléments semeurs, il suffit de jouer sur le 3e point afin de faire varier l'angle d'entrure. Le besoin de puissance est également surprenant puisque deux boeufs dont la force de traction n'excède pas 30 kg à 60 kg par bête tirent l'outil sans soucis. En complément, cette manière d'ouvrir un sillon plus en dérapant qu'en appuyant sur le sol coupe et dégage beaucoup mieux les pailles. À titre d'exemple, P. Lion explique qu'il est plus facile de couper un morceau de bois en biseau que perpendiculairement au fil. Enfin la faible pression sur le disque doit limiter les contraintes mécaniques mais également l'usure.

Après cette première étape, le groupe est très satisfait du fonctionnement du semoir. Bien que quelques perfectionnements et mises au point restent nécessaires, l'essentiel de la machine et le positionnement de la graine sont bien maîtrisés. Le projet va donc maintenant pouvoir passer à la vitesse

supérieure : c'est-à-dire la mise en construction de machines sur place par des petits forgerons, formés au travers d'échanges et grâce à l'appui de jeunes Français en formation au centre de Sorigny qui vont se rendre sur place. Pour P. Lion mais aussi pour d'autres intervenants du groupe, cette expérience riche en enseignements et en rencontres ne doit pas se réduire au Mali ; d'autres paysans de par le monde ont certainement besoin aussi de cet appui. En complément, ce concept d'ouvertureet mise en terre économe en puissance intéresse certainement de nombreux agriculteurs français et européens avec en prime la minimisation des risques de compaction du sillon en conditions plastiques. Il s'agit peut-être ici d'une importante avancée technique élargissant les plages de semis à l'automne et au printemps, des périodes où le poids des semoirs de semis direct traditionnels devient plus un inconvénient qu'un atout.

Chapitre 5
SEMIS DIRECT ET DESHERBAGE 129

RECOLTE CEREALES 2014, ANNEE SANS ECLAT. QUE FAIRE? - « TOXICITE » PRESUMEE DU ROUND-UP : COUP DUR POUR LE SEMIS DIRECT EN ALGERIE ? - « NOS SEMIS SIMPLIFIES ET DIRECTS SE FONT SANS GLYPHOSATE » -

RECOLTE CEREALES 2014, ANNEE SANS ECLAT. QUE FAIRE?
D.BELAID 4.08.2014

Au moment où il serait question d'une récolte de seulement 30 millions de quintaux contre le double attendu, on peut se demander que faire. Que faire pour augmenter la production? Irrigation d'appoint, semis direct, meilleure logistique... Les solutions sont variées. Nous souhaiterions mettre l'attention sur les études pratiques de terrain, tel le document que nous proposons ci-après. C'est ce genre d'analyse technique de terrain qui fait avancer les choses. Extraits :

3. Bilan technique des parcelles visitées[26]

La contrainte majeure est la disponibilité et la bonne répartition de l'eau en agriculture pluviale. En prenant l'exemple de cette année, l'automne très sec **n'a pas favorisé une bonne levée** de la flore adventice avant le semis (destructible avec un traitement à base de glyphosate). Notons que le prix du glyphosate est passé, en l'espace d'un an, de 6 à 10 dinars en moyenne le litre.

Les levées de blé irrégulières et souvent tardives, suivi d'un hiver très pluvieux avec beaucoup de difficultés pour effectuer les interventions à temps, vont probablement réduire le potentiel.

On constate aujourd'hui des parcelles n'ayant pas pu être désherbées au bon stade, infestées de graminées, principalement des ray-grass dans la région de Mateur, résistants aux familles chimiques FOP et Sulfonylurées qui posent problème quant à la réponse chimique. Il faut attendre :

- le ressuyage des sols
- et une remontée des températures pour envisager un traitement efficace et sans risque de phytoxicité.

On note également la présence de ray-grass développés par tâches sur des bordures de parcelle, il est toujours difficile de concilier le seuil de nuisibilité dans la culture et la gestion du stock semencier. Dans ces situations, il serait préférable de réaliser un désherbage antigraminées, le produit habituellement employé est l'Amilcar (Metsulfuron et iodosulfuron) dans la plupart des cas utilisé à la dose de 200 grammes au lieu de 330 grammes homologués

3. 1. Quelles solutions pour lutter contre le ray-grass ?
3.1.1. Les Rotations : un des piliers du Système semis Direct

La plupart du temps on retrouve des densités importantes de ray-grass **dans les parcelles de blé sur blé**. Les rotations apportent des solutions pour bien maîtriser le stock semencier. Il faut bien garder en tête que la marge économique doit **être lue sur une rotation** et non pas sur une seule culture. Un agriculteur a choisi une variété de blé à fort développement végétatif pour essayer d'étouffer les plantules de ray-grass.

Il est clair que la rotation blé sur blé en SD s'expose à une double difficulté :

- les repousses de l'année précédente
- et une gestion plus compliquée des mauvaises herbes.

Les précédents légumineuses (féverole ou fenugrec) ne posent pratiquement jamais de problème de ray-grass si celui-ci a bien été contrôlé dans la culture précédente.

3.1.2 La lutte chimique

La réussite d'un traitement herbicide dépend de 4 facteurs :

- Intervenir au stade plantule de la mauvaise herbe.
- La culture doit être en bon état végétatif.
- Un bon réglage du pulvérisateur : que le débit soit le même pour chaque buse bien placer la rampe 70 cm au dessus de la cible avec des buses à 80°, taille et nombre des gouttelettes.
- Respecter les conditions météo : hygrométrie > à 60%, vent nul ou faible.

26 MISSION d'APPUI A L'APAD TUNISIE Réalisée par Michel RAGUIN 17 au 20 Février 2009 Dans le cadre du projet « Animation du Réseau Méditerranéen RCM et renforcement des capacités des groupes de base pour la promotion de l'Agriculture de Conservation »

Plus la population d'adventices est élevée, moins l'efficacité d'un produit sera bonne et ce, même à dose pleine. (notion de densité / m²)

Pour illustrer les notions de densité / m², avec un traitement au chlortoluron réalisé en France le même jour et à la même dose, l'efficacité est de 95% avec une densité de 200 plantes/m² et de 50% seulement avec une densité de 450 plants de RG / m². Le surpeuplement peut nécessiter un deuxième traitement avec un autre produit. A mon avis, des désherbages anti-graminées précoces au stade plantule de la mauvaise herbe seraient une première étape de travail.

Face aux résistances des ray-grass aux Fop et Sulfonylurées dans certaines exploitations de Mateur, plusieurs stratégies de lutte chimique sont envisageables :

Chlortoluron : molécule de la famille des urées substituées, utilisable au stade 3 feuilles en bon état végétatif du blé entre 1500 et 1800 grammes de matière active (dosage à 500 g /litre). Le blé dur peut être désherbé au chlortoluron sans grand risque de phytotoxicité lorsque les températures descendent près du zéro après le traitement.

Pinoxaden : Nouvelle molécule et nouvelle famille chimique (les Den) de Syngenta mais qui n'est pas encore homologuée en France. Naceur Tej a déjà testé cette molécule sans avoir obtenu un bon résultat, il ne faut toutefois pas négliger cette solution en revoyant le protocole d'application.

Prosulfocarbe : molécule que l'on trouve dans la spécialité commerciale « Défi » qui n'est pas encore homologué en France sur blé dur. A titre expérimental on peut utiliser le « Défi » à la dose de 3 litres par hectare au stade 1 à 3 feuilles. Attention aux températures négatives et aux sols filtrants, on risque des phytotoxicités sur le blé.

Salah Lamouchi a essayé le « Défi » sur une bordure de parcelle mais le traitement a été suivi d'une pluie avec un lessivage probable du produit.

Chlortoluron et Prosulfocarbe en programme : on peut techniquement faire une application de 1500 g de Matière active de Chlortoluron en post-semis / pré-levée puis 3 litres de « Défi » au stade 2- 3 feuilles du blé. Ne pas les mélanger.

Ces alternatives chimiques pourraient faire l'objet d'une plate forme d'essai pour la prochaine campagne en conservant bien sûr les Fop et les Sulfonylurées dans le protocole. Le semis direct offre également des opportunités de lutte contre le ray-grass **avec le traitement au glyphosate avant le semis**. Sur la plate forme d'essai comparatif SD et Conventionnel chez Naceur Tej on constate (avant le traitement anti-graminées) qu'en :

- Conventionnel : densité importante de plants RG répartis sur toute la surface.
- Semis Direct : densité importante seulement sur les andains de paille de l'année précédente, dans les autres parties il n'y a presque pas de RG
- Semis Direct Blé/Blé : Ray-Grass sur andains de paille (N-1)

3. 2. Comment gérer la destruction du chiendent, du liseron et du brôme ?

Dans certaines parcelles on note la présence par tâches de chiendent de type Cynodon dactylon et de Liseron des champs (Convolvulus arvensis) qui sont généralement difficiles à détruire.

On peut préconiser 6 litres de glyphosate par hectare (dosé à 360 grammes) en sève descendante (inversée) en fin d'été mais à cette époque, les troupeaux voisins ayant brouté toute végétation, le traitement devient inefficace puisqu'**il n'y a plus de surface foliaire** !

L'augmentation actuelle du prix des produits phytosanitaires dont le glyphosate doit nous conduire à chercher **d'autres alternatives** pour le futur. Par exemple, le liseron s'installe en période estivale et la mise en concurrence avec un couvert végétal peut réduire son développement.

Le brôme, apporté la plupart du temps dans les sacs de semences certifiées (sacs en toile de jute dans lesquels le brôme se pique) semble avoir été bien contrôlé avec la spécialité commerciale « Apyros » (matière active Sulfosulfuron) ou Monitor de chez Monsanto. Une des causes des infestations de mauvaises herbes dans les parcelles est la dissémination des graines par les moissonneuses-batteuses mal nettoyées.

3. 3. Problématique des Blés sur Blés en Semis Direct ?

Le contexte économique favorable au cours du blé dur en Tunisie bouleverse quelque peu les bonnes pratiques agronomiques. Le prix du blé dur fixé par l'Etat Tunisien pour la récolte 2009 est de 43 Dinars + 15 Dinars de prime (pour une livraison avant le 31 août) soit 58 dinars le quintal. Les agriculteurs **ont emblavé des surfaces en blé dur plus importantes** que les années précédentes afin de profiter de cette

opportunité économique.

Dans les situations de parcelles en blé sur blé, beaucoup d'exploitations visitées ont de grosses difficultés à semer à profondeur régulière **à cause des amas de paille**. La semence reste en surface ce qui fait le bonheur des fourmis qui entassent les graines !

La première solution serait d'équiper les moissonneuses-batteuses d'éparpilleurs de menues pailles afin d'obtenir une bonne répartition sur le sol. Notons que le problème des résidus de récolte se pose également avec d'autres cultures comme la féverole malgré le prélèvement des pailles.

Il semblerait que les semoirs **équipés avec 2 lignes de semis** posent moins de problème car ils ont plus de dégagement.

La deuxième solution serait d'essayer de faire un passage de broyeur de pailles.

En présence de résidus de récolte importants, on a tendance à mettre plus de pression sur les disques et à mettre trop profond pour ne pas laisser de graines à la surface, ce qui a pour conséquence des pertes à la levée significatives.

Pour faire face à ces difficultés, plusieurs agriculteurs ont fait le choix d'un passage de cover-crop avant le semis en utilisant le semoir SD. Dans ces conditions on remet en cause le Système Semis Direct dans son principe de « Non perturbation du sol » et les acquis de lutte contre l'érosion et d'amélioration de la fertilité du sol.

3. 4. Favoriser les Rotations longues

Le Semis Direct est avant tout un Système d'exploitation qui repose sur la rotation des cultures en produisant le maximum de biomasse (Feuilles et racines) dont le seul but est d'aider **au bon fonctionnement du sol** de par une vie microbienne plus active.

Augmenter le taux de matière organique de son sol c'est aussi et surtout augmenter la capacité de stockage du « garde manger » dont la plante aura besoin. La fixation des éléments minéraux sur le complexe argilo-humique **est étroitement liée** au taux de matière organique et d'argile.

L'Alternance graminées, légumineuses, oléagineux et cultures fourragères limite :

- la propagation des champignons
- et des semences de mauvaises herbes mal contrôlées dans la culture précédente restés sur le sol.

Face à l'envolée des cours des engrais azotés, les légumineuses permettent de réduire les charges des cultures suivantes **par les reliquats azotés**. Les exploitations qui ont un élevage ovin et/ou bovin peuvent plus facilement valoriser le sorgho et la gamme de légumineuses avec des plantes comme le sulla, le bersim, la luzerne, etc…

Le sulla (Légumineuse à fort développement végétatif)

La féverole qui est la légumineuse dominante en Tunisie ne doit pas revenir trop souvent dans les parcelles afin d'éviter l'infestation en orobanche (qui vit en parasite sur les racines de la féverole, chaque pied **peut produire 100 000 graines** à pouvoir germinatif très long).

Une exploitation de Béja ne parvient pas à solutionner la propagation de l'orobanche, la stratégie choisie a été de/

- **retarder le semis** de la féverole au maximum en laissant germer les graines d'orobanche présentes sur le sol
- **et de faire un passage de cover-crop** recroisé avant le semis.

Cette solution **n'entre pas dans une logique SD**, on peut envisager un traitement au glyphosate (360 g/litre) à la dose de 0,167 litre/ha dès l'apparition des premières fleurs suivi d'un deuxième traitement 14 jours plus tard, ce protocole donne d'assez bons résultats à condition de respecter le délai prescrit entre les deux traitements. Dans le choix des cultures, les plantes à racine pivotante sont à privilégier pour leur action sur la structure du sol.

Le colza conviendrait très bien dans la zone sub-humide (Mateur, Jendouba, Béja), d'autant plus que cette culture a déjà été testée en collaboration avec le CETIOM **en donnant de bons résultats**. Le colza serait un excellent précédent pour le blé.

Le tournesol oléagineux pourrait également être une opportunité si une filière se mettait en place et ce, malgré la production de tournesol à grosses graines qui est cultivé manuellement avec un rendement pouvant atteindre 500 kg / ha (densité 5000 pieds / ha) à 4 dinars le kg !

La graine de colza et de tournesol peut-elle intéresser les triturateurs Tunisiens qui pourraient valoriser les tourteaux auprès des éleveurs ?

« TOXICITE » PRESUMEE DU ROUND-UP : COUP DUR POUR LE SEMIS DIRECT EN ALGERIE ?

Djamel BELAID 15.05.15

L'OMS a déclaré que le Round-Up (glyphosate), un herbicide très utilisé en agriculture, présentait des risques pour la santé. D'autres herbicides et fongicides pourraient suivre sur la liste de l'OMS. En Algérie, le Round-Up commence à être utilisé par les agriculteurs pratiquant le semis direct (SD). Il s'agit d'une technique nouvelle particulièrement adaptées aux zones semi-arides algériennes. Après la mise à l'index de cet herbicide, quelles alternatives s'offrent aux céraliers algériens ?

L'EMPLOI DES PESTICIDES EN AGRICULTURE.

En agriculture, les pesticides appelés également produits phytosanitaires ont permis des augmentations considérables de la production de produits alimentaires. C'est grâce à leur emploi et à celui des engrais que la faim a regressé dans le monde. La question actuellement posée est de savoir comment concilier augmentation de la production et emploi raisonné de ces molécules chimiques. En France, 60 000 tonnes de produits phytosanitaires sont utilisées chaque année. Ce chiffre est excessif. Il classe ce pays parmis les premiers pays utilisateurs de produits phytosanitaires. A partir de la tenue du « Grenelle de l'Environnement », des mesures ont été prises afin de réduire leur utilisation. L'agronomie algérienne est fortement influencée par les pratiques occidentales et françaises en particulier. Cette influence concerne aussi bien la prédominance accordée aux produits phytosanitaires que de nouvelles solutions biologiques contre certains ravageurs des cultures. Il peut donc être intéressant de s'inspirer des premiers acquis de l'agriculture « raisonnée » (avec moins de pesticides) développée à l'étranger.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), organisme indépendant, a annoncé le 20 mars 2015 avoir classé le glyphosate ainsi que deux autres pesticides dans la catégorie 2A. Il s'agit de la catégorie « cancérogènes probables ». Cette catégorie constitue le dernier niveau avant la qualification de « cancérogène certain ».

II-ROUND-UP ET SEMIS DIRECT EN ALGERIE.

En semis direct, le Round-Up est utilisé avant de semer les céréales. Produit systèmique, cet herbicide est absorbé par les feuilles des mauvaises herbes présentes sur la parcelle. Le blé implanté sans labour n'est donc pas concurencé par les mauvaises herbes traditionnellement éliminées par le labour. On remplace en quelque sorte un labour mécanique par un labour chimique. Quel avantage offre une telle pratique ? Celui de réduire l'érosion du sol et de favoriser notamment une meilleure utilisation de l'eau par les plantes. Grâce à cette méthode, là où en année sèche l'agriculteur ne moissonne rien, le SD avec désherbage au Round-up permet d'obtenir au moins 10 quintaux de grains par hectare avec la paille correspondant.

Hors semis direct, les autres utilisations du Round-up en Algérie concernent le maraichage et l'arboriculture. Ainsi, avant de repiquer des plants de légumes en serre ou en plein champs, seul le Round-up est en mesure de lutter efficacement et en un très laps de temps contre des espèces vivaces telles le chiendent. Et cela sans toxicité pour la culture à venir contrairement aux herbicides racinaires. Il en est de même en arboriculture. Si l'agriculteur s'assure que le produit n'entre pas en contact avec les feuilles des arbres, il peut constituer un désherbant de choix.

II-EN ALGERIE, DU SEMIS DIRECT SANS OGM.

En Algérie, il n'y a pas d'OGM autorisés en culture comme c'est notamment le cas aux USA OU Amérique du Sud. Les exploitations de ces régions cultivent diverses cultures (soja, maïs, …) qui possèdent dans leur patrimoine génétique un gène permettant une résistance au glyphosate. Par conséquence, l'application de cet herbicide sur une culture résistante élimine toutes les espèces de mauvaises herbes sans porter atteinte à la culture.

Un tel schéma est particulièrement intéressant pour la firme Mosanto qui commercialise le Round-up et les semences OGM possèdant le gène de résistance à l'herbicide. Elle commercialise les semences OGM et donc également le Round-up. **L'un ne va pas sans l'autre.** Ce schéma d'OGM est à priori intéressant pour l'agriculteur. Il peut ainsi éliminer des espèces particulièrement difficiles à éradiquer avec les herbicides traditionnels. Les premières années, ce schéma de départ a bien fonctionné. Mais peu à peu, les agriculteurs ont dû augmenter les doses de Round-up puis le nombre de passages. La cause ? L'apparition de résistances au glyphosate au sein des espèces de mauvaises herbes. Suite à des mutations et à la pression de sélection liée à l'utilisation renouvelée d'un même produit, des plants de mauvaises herbes sont apparus et se sont propagés dans les champs d'OGM.

Actuellement les agriculteurs argentins et brésiliens utilisant les OGM de la firme Monsanto sont obligés techniquement d'utiliser le Round-up et donc à des doses de plus en plus importantes.

On peut se demander à ce propos, si l'inscription par l'OMS du Round-up sur la liste des produits dangereux pour la santé s'est faite sur la base d'une seule utilisation en début de culture comme c'est le cas en semis direct ou sur la base de plusieurs applications avec majoration des doses comme dans le cas d'utilisation des OGM Monsanto résistant au glyphosate.

III-LES ALTERNATIVES AU ROUND-UP EN ALGERIE.

La récente mise en garde de l'OMS vis à vis du caractére potentielement dangereux du Round-up pour la santé humaine nécessite de prendre, en Algérie, les mesures adéquates. Nul doute que les services sanitaires et agricoles adopterons les mesures adaptées en fonction des conditions de dangerosité du glyphosate. A ce propos, on peut se demander si le glyphosate est potentiellement dangereux pour l'agriculteur qui manipule le produit, pour les riverains des champs traités ou pour le consommateur utilisant des produits traités.

Les produits issus de la décomposition dans le sol de la molécule de glyphosate le sol fait l'objet de nombreuses l'études de part le monde.

Même sans la sonnette d'alarme de l'OMS concernant le Round-up, l'utilisation d'un herbicide chimique dans une technique qui s'inscrit dans un modèle d'agriculture durable - cas de agriculture de conservation comme dans le cas du semis direct – c'est à dire d'une agriculture tendant vers le « bio » est quelque peu problématique dans son esprit.

En cas de dangerosité avérée du Round-up, l'idéal en semis direct serait son remplacement par un autre produit. Mais trouver un autre herbicide possédant les mêmes fonctions que le Round-up ne sera pas chose aisée vus ses qualités agronomiques.

Parmi les alternatives figurent le désherbage mécanique. Suite au « Grenelle de l'environnement » en France, des techniques nouvelles apparaissent. Elles permettent des avancées techniques surprenantes bien supérieures au traditionnel binage qui peut se pratiquer pour les cultures à large écartement. Passons en revue ces nouveaux procédés. Précisons que selon l'étage bioclimatique et la flore adventice présente, les problèmes de désherbages à résoudre sont très différents. Par exemple, dans le cas de la folle-avoine les levées sont très échelonnées ce qui n'est pas le cas du brôme. Des problèmes particuliers se posent avec les vivaces tel le chiendent, les chardons et toute plante ayant de profonds rhyzomes permettant le redémarrage de la plante malgré une première destruction de sa partie aérienne. Seul l'effet systèmique du Round-up permet de les détruire puisque une fois absorbé, le désherbant circule jusque dans les racines.

Certains agriculteurs européens en SD ont depuis de nombreuses année décidés de s'affranchir de l'emploi du Round-up. Ils utilisent **des bineuses superficielles à pattes d'oie** (FLASH GRUBBER). Ces engins ne travaillent le sol que **sur un à deux centimètres** de telle façon que les tiges des mauvaises herbes soient sectionnées. Cette pratique reste inexistante en Algérie.

D'autres outils peuvent être utilisés. Ils sont vulgarisé en France par Arvalis. Il s'agit de la herse étrille et de la houe rotative. La première « peigne » la surface du sol arrachant ainsi les plantules germées quelques jours après une pluie d'automne. La seconde bine superficiellement le sol éliminant ainsi les plantules de mauvaises herbes.

La lutte mécanique en semis direct peut continuer après semis de la culture. Cela, à l'aide des deux outils précédemment évoqués. Ils présentent l'avantage de pouvoir travailler l'inter-rang telle une bineuse mais également le rang sans entraîner une forte perte de plants. Il s'agit pour cela d'effectuer sur l'appareil les réglages nécessaires et d'adopter une vitesse de travail apropriée.

Enfin, le désherbage chimique traditionnel (hors Round-up) avec des désherbants foliaires ou racinaires conserve toute sa place après semis.

EN CONCLUSION

Il s'agit de préciser quelle est la dangerosité réelle du Round-up. Par ailleurs, il reste à préciser si certaines précautions d'emploi peuvent y pallier. En cas, d'obligation de s'abstenir de toute utilisation du Round-up, il reste à préciser quelles alternatives s'offrent aux céréaliers ayant commencé à pratiquer le SD associé au Round-up. Il s'agit là d'une urgence dans la mesure où il est prouvé que le SD sécurise le rendement, notamment en année sèche. Le SD est à ce titre primordial pour la réussite de la céréaliculture en zone semi-aride.

Si les services agricoles concernés ont une part importante dans la recherche de telles alterntives, les exploitants pratiquants le SD se doivent de mutualiser

leur expérience. La diversité des situations et des conditions liées au sol et au climat obligent les exploitations à des pratiques variées. C'est dans ce foisonnement de pratiques qu'il y a lieu d'établir des « retour d'expériences » et de susciter la recherche de nouvelles façons de faire. Seules la connaissance de solutions testées sur le terrain permettront à la communauté des céréaliers de progresser.

CONTRÔLE DU SALISSEMENT SCALPER NET AVEC LE DÉCHAUMEUR TREFFLER

Frédéric Thomas - TCS n°75 ; novembre/décembre 2013 -

Développé en Allemagne spécifiquement pour l'agriculture biologique, le déchaumeur ou plutôt le « scalpeur » Treffler commence à faire des émules en France notamment chez les agriculteurs en TCS et SD qui regardent l'AB comme l'étape suivante.

Plusieurs éléments font la différence sur cet outil et apportent la précision et la qualité de travail recherchées pour le scalpage. Une bonne maîtrise de la profondeur de travail même à quelques centimètres est certainement le premier point. Afin d'atteindre cet objectif, le bâti totalement indépendant au travail est maintenu par des roues à l'avant et le rouleau arrière réglable avec précision par un système à vis avec repères. Pour améliorer le suivi de sol, les roues avant sont même montées par deux sur un axe et peuvent osciller latéralement. Cela permet de réduire l'impact d'une dépression laissée par une roue de moissonneuse par exemple. Le rouleau arrière, double spires, est également monté en boggie dans le sens de l'avance- ment pour mieux absorber les irrégularités de terrain. Ainsi la machine, surtout la partie travaillante, reste très stable et travaille à profondeur régulière même lorsque celle-ci est très superficielle.

Le second point remarquable sur ce déchaumeur/scalpeur est le dégagement. La machine est conçue en quatre poutres, ce qui autorise un espace de 77 cm sur la même ligne pour seulement 17,7 cm entre les passages de dents (17 dents pour un outil de 3 m). Cet espace associé à un dégagement sous le bâti d'environ 70 cm garantit un travail optimal avec un minimum de risque de bourrage. La dent spécifique qui supporte des socs agressifs complète très bien l'ensemble.

Elle est rigide et peut se déporter uniquement vers l'arrière. Vu que le point de rotation est très haut (environ à 1 m de la pointe du soc) mais aussi en avance de 25 cm, l'angle de travail est très peu modifié lorsque la dent recule. Cependant le constructeur a prévu une sécurité avec un boulon de rupture pour que la dent puisse complètement s'escamoter en cas d'obstacle. Pour le scalpage, la machine est généralement équipée de socs assez fluides (angle de la pointe de moins de 90°) et qui travaillent très à plat.

Leur largeur est de 26 cm ce qui débouche sur un redoublement de 4 cm de chaque côté pour sectionner toute la végétation même en cas de léger déport ou avec des socs un peu usés. Le nombre et la forme des socs associés à la rigidité de la dent permettent de scalper à faible profondeur sans faire de mottes ni assécher le terrain : une situation idéale pour les semis de couverts en été. Pour des interventions plus en profondeur, il est possible de monter des socs de 8 cm. Cependant le Treffler n'est pas encore équipé de fixation rapide, il faudra donc encore jouer de la clé et du boulon… Une finition soignée Tous les outils sont obligatoirement semi-portés, quelle que soit leur largeur, même les 3 m.

Le système hydraulique (un seul double effet) remonte astucieusement d'abord l'avant et ensuite l'arrière et fait l'inverse à la descente pour réduire les zones non travaillées en coin de champs. Avant le rouleau, des égaliseurs répartissent les résidus et nivellent la surface entre les dents, un travail qui peut être peaufiné par la herse étrille dont les dents sont réglables en agressivité et pression. Enfin, toutes les machines peuvent être équipées en série ou ultérieurement d'une trémie de semoir avec un transport pneumatique des graines. Le dépôt des graines se fait juste derrière le soc sur le sol encore frais : idéal pour les couverts ou les céréales en périodes sèches.

Le Treffler est une machine très aboutie qui devrait permettre de faire progresser la notion de « scalpage » dans le but de limiter l'utilisation du glyphosate dans les itinéraires AC et notamment pour les implantations de couverts (cf. dossier du TCS 68 « Apprendre à limiter l'utilisation du glyphosate ») mais aussi faire progresser la destruction de la végétation en place avant implantation des cultures en AB.

TCS implantation sans labour culture de printemps : Le sans-labour ne veut pas forcément dire plus

d'adventices
Franck Mechekour 2014
Technique répandue sur céréales, les TCS le sont beaucoup moins sur les cultures de printemps à cause du risque adventices. Pourtant des solutions existent pour éviter cet écueil.

Photo : Déchaumage sur RGI avant semis de maïs. La rotation des cultures casse le cycle de développement des adventices.

Les avantages des techniques culturales simplifiées sont nombreux (agronomiques, organisation du travail, économiques, environnementaux…). Malgré cela, les TCS sont loin de faire l'unanimité pour les cultures de printemps. Véritable épée de Damoclès, la crainte de voir proliférer les adventices refroidi souvent les ardeurs. Le risque est bien réel puisque 95 % des adventices lèvent dans les cinq premiers centimètres du sol. De fait, le labour s'avère plus efficace que les TCS pour lutter contre les graminées. « Le labour permet de placer les graines en profondeur, dans des conditions qui ne permettent pas leur germination. Or 70 % des graines de brome, vulpin… meurent dans l'année qui suit leur production, donc 70 % des graines qui sont enfouies par le labour n'auront pas eu la possibilité de germer avant leur mort. À l'inverse, en TCS, les graines n'étant pas enfouies, elles peuvent germer aussitôt, avant que le temps ne leur fasse perdre leur viabilité », a expliquée Pascale Métais, d'Arvalis, lors de la journée Mécasol, organisée par le réseau Cuma le 9 septembre dernier à Briouze, dans l'Orne. Mais le labour n'est pas plus performant que les TCS pour lutter contre les dicotylédones. À l'exception du gaillet, il a peu d'effets sur les dicotylédones parce que les graines qui se retrouvent en profondeur après le labour restent longtemps en dormance sans perdre leur capacité à germer. C'est notamment le cas des chénopodes, des renouées persicaires, de la véronique et du mouron. Au labour suivant, « les graines sont remontées à la surface et peuvent germer ».

Rotation des cultures, faux-semis, choix des variétés…

La gestion des adventices est donc plus délicate en non-labour, mais pas impossible. Quatre leviers agronomiques peuvent être utilisés pour les cultures de printemps. « La rotation des cultures est indispensable avec les TCS. C'est un moyen de lutte très puissant parce qu'il casse le cycle de développement des adventices et augmente la gamme de produits de désherbage utilisables », a souligné Pascale Métais. Le travail du sol (faux semis) à l'interculture est une seconde possibilité. Les techniques de semis doivent le moins possible perturber le sol. Enfin, le choix des variétés sur leur agressivité est un autre volet de la prévention.
Mais si les solutions agronomiques se révèlent insuffisantes, il faut envisager le désherbage chimique, tout en sachant qu'il y a de plus en plus de résistance chez les graminées, en particulier chez le ray-grass et le vulpin. Le meilleur moyen d'éviter l'apparition de ces résistances est de varier les modes d'action, en utilisant notamment des herbicides racinaires. « Il faut intervenir plus tôt, c'est-à-dire dès l'apparition de la deuxième feuille du maïs puis au stade 6 feuilles. C'est le secret de la réussite », selon Bénédicte Bazantay, de la chambre d'agriculture de l'Orne. « Plus vous traitez tôt, moins vous devrez utiliser de produit. Et au final, on constate que l'on n'utilise pas forcément plus de produits en TCS qu'avec du labour. » Le désherbage mécanique est également une solution à ne pas négliger. « On pourra utiliser une herse étrille qui travaille toute la surface sur des adventices très jeunes ou une bineuse sur des adventices plus développées, mais celle-ci ne désherbe que l'inter-rang », a précisé Pascale Métais. Lorsque l'on est vraiment dépassé par la situation, « réaliser un labour et attendre au moins trois ans avant de relabourer la même parcelle est une solution efficace à envisager ».

Gare aux limaces !

Laisser les débris végétaux sur le sol, ça convient parfaitement aux limaces. Luc Brizard a choisi d'éliminer le colza fourrager dans la rotation au profit d'un mélange de type moha-trèfle d'Alexandrie, « moins prisé par les limaces ». De son côté, Olivier Husnot estime que
le déchaumage « permet de lutter assez efficacement contre les limaces ».
Sources : Réussir lait 27 novembre 2014 | Par Franck Mechekour

« NOS SEMIS SIMPLIFIES ET DIRECTS SE FONT SANS GLYPHOSATE »
S. Roupnel 2014
Au Gaec de Fouesnard, dans les Côtes-d'Armor. Une longue expérience du non-labour associée à l'achat de matériel spécifique a fait évoluer les pratiques culturales sur les 115 hectares de l'exploitation.

LE FLASH GRUBBER EST DOTÉ DE 19 SOCS PLATS QUI SCALPENT LE SOL à une profondeur de 1 à 2 cm, sur une largeur de 5,70 m. Cet outil a été acheté d'occasion 7 000 euros il y a trois ans. Pierre Chenu regrette que les modèles récents soient équipés de dents qui ne permettent pas un travail aussi superficiel.

Adepte des techniques culturales sans labour depuis une vingtaine d'années, Pierre Chenu a choisi de faire l'impasse sur l'utilisation du glyphosate il y a trois ans. « *J'ai arrêté le glyphosate en raison de son image négative. D'autant que mon exploitation se situe dans un bassin versant qui alimente la ville de Rennes* », explique Pierre Chenu, installé avec son épouse à Yvignac-la-Tour.

L'éleveur a signé il y a cinq ans une MAE réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires. « *Celle-ci pénalise mais n'interdit pas le recours au glyphosate* », fait remarquer Pierre Chenu. Si l'on reproche aux TCS l'utilisation systématique du glyphosate, l'éleveur montre aujourd'hui que le recours à des outils spécifiques permet de se passer de traitement herbicide préalable.
Deux passages croisés pour scalper le sol

Le Gaec de Fouesnard s'est ainsi doté d'un flash grubber (Horsch). Cet outil à socs plats scalpe superficiellement le sol pour détruire la culture en place sans relancer trop de germination. « *Je sème des mélanges de trèfles en interculture juste après la récolte du blé, avec un outil à fraise (Horsch SE). Après un pâturage ou un ensilage au printemps, j'épands généralement du lisier avant de détruire l'interculture pendant la seconde quinzaine d'avril.* »

Deux passages croisés pour scalper puis un passage de fraise suffisent à détruire complètement la culture en place. Le maïs est ensuite semé en un seul passage avec un combiné composé d'un strip-till et d'un semoir à maïs classique quatre rangs. Pierre Chenu s'est aussi équipé d'une trémie à l'avant du tracteur pour injecter, si besoin, 50 unités d'azote derrière la dent du strip-till.

PIERRE CHENU. « *Mon but est de rester économe en étant le plus autonome possible. J'ai beaucoup travaillé sur la rotation, la couverture des sols et la diversification par les intercultures.* »
« *J'ai longtemps semé le maïs à la volée avec la fraise mais je rencontrais des soucis de profondeur de semis. La récolte des intercultures oblige à semer le maïs tardivement. Avec l'arrivée des périodes sèches, je devais augmenter les doses de semis. J'ai acheté un semoir de semis direct Unidrill il y a six ans mais les résultats n'ont pas été concluants. Avec le combiné strip-till et semoir à maïs, je règle la profondeur au plus juste.* »

La dose de semis a été abaissée de 120 000 à 90 000 grains par hectare. Pour Pierre Chenu, l'idéal est de ne pas semer le maïs trop tôt. « *Je ne sème que lorsque je suis sûr que le maïs va pousser rapidement.* »

Un travail du sol sur le rang pour le maïs

Le semis des trente-deux hectares de maïs s'étale généralement sur l'ensemble du mois de mai. Le sol est beaucoup moins émietté qu'en préparation conventionnelle. Le risque de battance et d'érosion s'en trouve réduit. Mais le rendement n'est pas diminué. Avec le scalpage superficiel, le sol reste dur entre les rangs. Seule une dizaine de centimètres de chaque côté du sillon est ameublie par le strip-till et permet au système racinaire de se développer facilement.

Le rang est bien dégagé par le chasse-débris du strip-till qui écarte les repousses. La rupture de capillarité permise par le scalpage stoppe l'évaporation de l'eau conservant ainsi la fraîcheur du sol.

Un désherbage à petite dose est effectué au stade 3 feuilles, environ trois semaines après la levée. Ensuite, une entreprise réalise un binage lorsque le maïs est bien développé et recouvre les rangs. La plante est alors plus haute que le genou.
« *Le binage affine la terre en surface et évite un deuxième désherbage qui nécessiterait le recours à une dose plus importante de produit* », explique l'éleveur.

Le maïs est récolté pour moitié en ensilage et moitié en battage. Après la récolte du maïs, Pierre Chenu réalise un faux-semis à la fraise ou au flash grubber. « *Pour le blé, en conditions sèches, il faut anticiper et scalper tôt* », note Pierre Chenu. Les trente-huit hectares de blé sont semés à la fraise qui détruit l'enherbement.

Sources : « Réussir Lait » n°283, page 116. Septembre 2014 S. Roupnel

Chapitre 6
TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIEES 136

ETES-VOUS MURS POUR LE SEMIS DIRECT ? - INTEGRER LES TCS DANS DES SYSTEMES DE PRODUCTION DURABLES, UN DEFI POUR LES AGRONOMES - TRAVAIL DU SOL, TRAVAILLER AU CHISEL - ÉTATS-UNIS: LE SRIP TILL DECOUVERT PAR HASARD - AGRONOMIE : LIMITER LE TRAVAIL DU SOL AU LIT DE SEMENCES

ÊTES-VOUS MURS POUR LE SEMIS DIRECT?
ARCHAMBEAUD, TCS 2014

J'avais crayonné ce tableau sur un bout de nappe dans un restaurant pour essayer d'expliquer simplement à des étudiants ce qu'il faut résoudre comme problèmes avant de parvenir à faire du semis direct permanent.

Avantages comparatifs des moyens de travail du sol

Archambeaud, TCS, 2014	Gestion des résidus	Structure du sol	Réchauffement / fertilisation	Destruction adventices
1. Labour	oui	oui	oui	oui
2. TCS + fissuration	oui	oui	oui	oui
3. Strip-till	oui	oui	oui	non
4. TCS surface	oui	non	oui	oui
5. SD	non	non	non	non

Les principaux avantages attendus du travail du sol sont :

- **La gestion des résidus** de la culture précédente pour permettre l'implantation de la culture suivante ;
- **La structuration** (temporaire) de la couche dite arable pour aérer le sol et permettre un bon développement des racines ;
- **Le réchauffement dudit sol** pour permettre la minéralisation de la matière organique et donc la fertilisation des cultures ;
- **La destruction des adventices** (temporaire) pour éviter la concurrence en début de végétation.

Ce qui signifie que lorsqu'on réduit ou supprime le travail du sol, on va devoir travailler différemment pour contourner ces difficultés, et que le semis direct est la technique la plus délicate car elle n'en résout aucun.

Si on prend les TCS " intensifs " qui combinent travail profond sans retournement et travail de surface, il y a peu de différence avec le labour, hormis qu'on ne dilue pas la matière organique (seulement vrai si le fissurateur ne mélange pas les horizons de terre).

Le strip-till localise quand a lui le travail du sol et résout donc la majorité des problèmes à condition de travailler dans de bonnes conditions.

Les TCS de surface permettent la plupart du temps de bien gérer les résidus, le salissement et le réchauffement du lit de semence mais pas du tout la structure : la pratique des couverts végétaux et une bonne activité biologique commencent à devenir essentielles. Les sols limoneux ou très argileux risquent de poser des questions pendant de longues années...

Pour le semis direct, il faut commencer à ruser sérieusement avec la nature !

- **Résidus :** soit ils se décomposent très vite (légumineuses plutôt que pailles), soit le semoir joue bien avec (dents avec du dégagement, disques tranchants, résidus verts ou bien secs), soit on les écarte (roulettes chasse-débris, prétraçage, écartement des rangs) ;
- **Structure :** pas trop de problème dans les textures favorables (sols sains, sables, argilo-calcaires superficiels), sinon il va falloir de la patience, de la matière organique et de l'activité biologique. Pas de problème non plus avec les céréales, peu sensibles aux sols compacts ;
- **Réchauffement et fertilisation** : relativement peu de problèmes en automne sain et en fin de printemps

(sols ressuyés voire réchauffés, cultures peu sensibles et à cycle long) bien que le climat des dernières campagnes ait parfois mis à rude épreuve les convictions ; les cultures de printemps et les cultures sensibles (colza, pois) sont plus délicates à réussir. Dans tous les cas une fertilisation starter (minérale, organique, voire biologique) est un plus : la jeune plantule ayant davantage besoin d'une activité biologique performante autour de sa radicule que de grandes quantités d'éléments minéraux. Dans les conditions froides et humides, le réchauffement préalable du lit de semence peut s'avérer indispensable (passage de surface, pré-traçage au strip-till ou avec le semoir à vide) ;

- **Adventices :** pas trop compliqué avec des désherbants, d'autant plus que le semis direct limite fortement les levées ultérieures. Pour les bios et ceux qui souhaitent doivent réduire les IFT, la seule solution est de se retrouver avec un sol propre au moment du semis ou avec des adventices qui n'en sont pas (plantes estivales gélives non montées à graine, plantes non gênantes pour la séquence de rotation qui vient) : la solution est souvent d'avoir un couvert conséquent et implanté très tôt, ainsi qu'une rotation adaptée, par exemple de type 2/2.

On aurait pu ajouter la gestion des ravageurs : limaces, taupins et campagnols mais on sort un peu du sujet pour rentrer dans une réflexion plus globale.

INTEGRER LES TCS DANS DES SYSTEMES DE PRODUCTION DURABLES, UN DEFI POUR LES AGRONOMES

De larges extraits d'un article de Pierre Stengel pierre.stengel@paris.inra.fr INRA.

L'évaluation des performances environnementales et agronomiques de ces techniques suscite un intérêt qui ne se dément pas. Dans le contexte des évolutions attendues de l'agriculture vers une productivité croissante et un meilleur entretien de l'environnement, un travail du sol réduit apparaît comme une contribution potentielle significative à ces deux enjeux.

- Pour les décideurs publics, il est important de savoir dans quelle mesure les TCSL, ou certaines d'entre elles, justifient par leurs bénéfices environnementaux une action publique en faveur de leur diffusion.
- Pour les praticiens, il s'agit davantage de quantifier ce qu'ils peuvent en attendre, à la fois en terme de performances agronomiques et de gestion durable des milieux qu'ils exploitent, et à quelles conditions.

D'abord mises en place pour le gain de temps et les économies qu'elles génèrent, les techniques culturales sans labour ont des effets à court et long terme sur l'environnement. Tout au long de cette série d'articles, nous avons tenté d'identifier et de quantifier ces effets.

Conclusion. La réduction de travail du sol n'est que rarement permanente. Les effets à long terme observés en conditions expérimentales sont donc difficilement transposables dans la réalité agricole actuelle.

Impacts environnementaux des TCSL

La simplification du travail du sol répond à deux préoccupations :

- augmenter la productivité
- et assurer un meilleur entretien de l'environnement.

Les résultats qui ont été présentés répondent utilement à ces préoccupations des uns et des autres, même s'ils ne concernent que les impacts environnementaux, sans analyser les questions agronomiques associées à la mise en œuvre de nouveaux itinéraires techniques. Pour en tirer un bilan, il convient toutefois de conserver à l'esprit l'élément critique associé à la nature des références disponibles.

Elles sont majoritairement le produit d'expérimentations pluriannuelles, dans lesquelles les itinéraires techniques à comparer sont répétés systématiquement pendant la durée de l'essai. Le semis direct permanent y est généralement présent comme un traitement expérimental extrême de simplification de travail du sol.

Ces conditions sont assez éloignées de la pratique des agriculteurs. Pour ces derniers, la réduction de travail du sol n'est que très minoritairement une option stratégique généralisée et permanente. Les effets de long terme observés en conditions expérimentales seront donc sensiblement réduits, voire absents, dans la réalité agricole actuelle. La prise en compte de la durée et de la répétition des pratiques doit donc structurer cette tentative d'évaluation.

Le labour comme référence de l'évaluation

La question de l'évaluation des techniques de travail du sol est particulièrement complexe. Elle se heurte,

en particulier, à la multiplicité des outils disponibles, des effets qu'ils produisent et à l'extrême diversité potentielle des itinéraires techniques qui les combinent. Il est frappant de constater que la nécessité de structurer cette diversité par une grille typologique a conduit à distinguer principalement les itinéraires techniques avec et sans labour.

L'évaluation des techniques dites simplifiées se concentre en fait indirectement sur celle du labour, tel qu'il a été couramment pratiqué depuis la mécanisation de notre agriculture. **On peut s'interroger sur la pertinence d'ériger en référence absolue cette technique particulière.** Elle prend son sens lorsque sont privilégiés, parmi les nombreux effets du travail du sol, l'enfouissement des résidus des récoltes, des plantes et graines adventices et d'apports superficiels d'engrais ou d'amendements, ainsi que sa profondeur. Selon ces critères, labour et semis direct constituent deux extrêmes entre lesquels on pourra positionner les autres types d'opération.

La viabilité du semis direct : un bouleversement agronomique

L'expérimentation sur les TCSL a commencé dans les années 1960, grâce à l'apparition concomitante de nouveaux outils et d'herbicides totaux. Avant l'arrivée des TCSL, les fonctions supposées indispensables du labour étaient

- l'enfouissement des résidus,
- l'ameublissement du sol
- et la création d'une porosité structurale améliorant l'infiltration et l'aération.

Les préoccupations **majeures** concernaient alors des fonctions du labour supposées indispensables. Au-delà de l'enfouissement, il s'agissait

- d'ameublir le sol,
- de créer une porosité structurale améliorant l'infiltration
- et l'aération, de faciliter la préparation du lit de semence.

Ce qu'ont montré les données expérimentales, et particulièrement celles qui ont été obtenues sur la viabilité agronomique du semis direct permanent, c'est que dans de nombreuses situations culturales, **ces objectifs du labour ne sont pas nécessaires.**

Étonnantes par rapport aux **hypothèses initialement dominantes**, les conclusions posaient la question générale du rôle des techniques de travail du sol, en fonction de la diversité des situations culturales. Le caractère contingent du besoin de travail profond, voire du travail du sol tout court, a rendu plus ouverte la conception des itinéraires techniques, dont aucune composante ne peut plus être considérée comme standard. Si les grilles de raisonnement peuvent en être développées par les agronomes et les spécialistes du sol, cela renvoie *in fine* au jugement et à l'expérience du praticien pour l'adaptation de ces itinéraires techniques aux conditions qu'il rencontre et à ses objectifs de production.

L'extension des TCSL et leurs bénéfices immédiats

Les informations statistiques ont montré l'extension rapide des TCSL dans la dernière décennie. Elle a succédé à un rythme de pénétration plutôt lent depuis leur apparition. Elle concerne principalement les cultures d'automne, majoritairement blé et colza.

Ce changement de comportement des producteurs est principalement motivé, sans surprise, par

- le gain de temps de travail,
- la résolution des contraintes d'organisation
- et l'économie des charges de mécanisation permis par la suppression du labour en particulier.

La diffusion des TCSL est ainsi clairement liée à la **taille des exploitations**. Elle est également renforcée lorsque **les propriétés du sol** peuvent induire des difficultés de reprise du labour, associées par exemple à la teneur en argile ou à la présence de pierres en profondeur.

On peut donc comprendre que l'évolution générale des conditions de productions des grandes cultures (croissance en surface des exploitations et disponibilité de la maind'œuvre, assolements, niveaux des prix, et sans doute les circonstances climatiques des années récentes) auront pu conjointement contribuer à cette accélération.

Les préoccupations environnementales ou d'entretien de la qualité des sols **n'en apparaissent donc pas comme le moteur initial majeur**. Les informations sur la durée de pratique des TCSL sur une même parcelle montrent d'ailleurs que la suppression prolongée du labour est très minoritaire (entre 2001 et 2006, 17 % de la sole en colza, 8 % de la sole en maïs grains, selon les données d'Agreste).

Néanmoins, l'économie de carburant d'origine fossile réalisée, et la réduction d'émission de gaz à effet de serre qui lui est associée, peuvent constituer des avantages environnementaux immédiats de ce changement des pratiques. À partir des références expérimentales disponibles en France, **le gain en consommation de carburant par le travail du sol est évalué à 20 % pour un travail superficiel, et à 40 % pour le semis direct par rapport à un**

itinéraire technique avec labour.

Mais cette valeur relative est sensiblement réduite lorsqu'on intègre les dépenses énergétiques correspondant à la consommation des autres intrants, dont principalement les engrais. Elle n'est plus dès lors que de 5 à 12 %. À consommation d'engrais azoté identique, et en ignorant provisoirement l'effet du travail du sol sur le facteur d'émission de N2O, on peut retenir un montant de même ordre en terme d'émissions de gaz à effet de serre. Il est donc légitime d'admettre l'existence d'un gain énergétique et environnemental réel des TCSL. Il est toutefois suffisamment faible pour devenir peu significatif dans des conditions différentes de celles des expérimentations, par exemple si un travail profond de pseudo-labour ou de décompactage doit être réalisé.

Enfin, s'agissant de gaz à effet de serre (GES), il est extrêmement sensible aux émissions de N2O, dont le pouvoir de réchauffement global est 296 fois celui du CO2.

En synthèse, on peut en conclure que l'adoption des TCSL peut représenter une économie de carburant intéressante, et de manière croissante avec le prix du pétrole, pour les agriculteurs. Cette économie peut également représenter un enjeu même limité, et difficile à quantifier, au niveau national. Elle est plus incertaine en volume d'émissions de GES, du moins tant que d'autres contributions que la combustion des carburants ne sont pas prises en compte. Enfin, elle mérite d'être pondérée par les baisses de rendement statistiquement enregistrées par Agreste sur les parcelles cultivées sans labour (- 4 % pour le blé tendre, - 9 % pour le mais grain).

Précisons cependant que ces baisses, non observées en conditions expérimentales, sont probablement le fait des conditions de mise en œuvre des TCSL sur des types de parcelles, de sol, et dans des situations agroclimatiques un peu moins favorables à des rendements élevés.

D'autres effets du recours « tactique » aux TCSL

En restant dans cette vision tactique, ou annuelle, du recours aux TCSL, un autre bénéfice environnemental peut en être attendu. Il s'agit de l'**effet protecteur d'un couvert végétal** et particulièrement des résidus de récolte présents en surface, vis-à-vis de l'état de surface du sol et de la réduction du ruissellement et de l'érosion qui peut en résulter. Les résultats, plus variables pour le ruissellement que pour l'érosion, montrent que cet effet protecteur ne peut être espéré que pour des taux de couvertures élevés. C'est cet avantage anti-érosif **qui a été le premier objet de l'attention** des expérimentateurs en matière d'impact environnemental de la suppression du labour. Il a été particulièrement recherché et mis en valeur dans des pays où l'érosion constitue une menace grave pour les sols, USA et Brésil en particulier. L'usage des TCSL, associé à la gestion du couvert végétal en période d'interculture, y est devenu une composante de l'agriculture dite de conservation.

Le rôle dominant de la couverture végétale de surface conduit dans ce cas à désigner ces techniques comme des techniques de culture sous couvert végétal (TCSV), ce qui est plus approprié que l'appellation de TCSL. La répétition prolongée de TCSL, associée à une couverture végétale vivante ou au maintien des résidus végétaux en surface du sol, induit des effets positifs sur les propriétés physiques du sol. Ils sont associés au rôle stabilisateur des matières organiques sur la structure de surface et au développement d'une porosité structurale, d'origine biologique en particulier, dont les dimensions et la continuité verticale favorisent une augmentation de la conductivité hydraulique.

En semis direct permanent, l'accroissement de résistance mécanique de la couche superficielle réduit le risque d'incision par le ruissellement. À long terme, le rôle protecteur des TCSL vis-à-vis de l'érosion peut donc être accru. En réduisant le transport de particules, on peut donc attendre que les TCSL aient un effet bénéfique sur la qualité des eaux. Cet effet bénéfique peut cependant être réduit si des écoulements rapides vers la profondeur sont favorisés. C'est ce qui a pu être observé en condition de semis direct permanent sur un sol drainé. L'entraînement de pesticides dans des voies d'écoulements préférentiels vers la profondeur peut contaminer les eaux de drainage. On est alors face à une modification des voies de transfert plutôt qu'à une réduction du risque de pollution. Cette question mérite d'autant plus d'être considérée que, dans la pratique, le recours aux TCSL est **statistiquement associé à une utilisation accrue des herbicides.** La fréquence de traitement augmente de 0,3 pour le blé et de 0,7 pour le colza selon l'enquête Agreste de 2006.

Et la biodiversité ?

Les conclusions sur cet aspect du fonctionnement écologique du sol, auquel la recherche porte une attention prioritaire, sont parmi les plus difficiles à établir de façon claire et générale.

Il est avéré que les TCSL modifient très sensiblement la biologie du sol : abondance de la flore microbienne de la couche où se concentrent les matières organiques, abondance des vers de terre, des

arthropodes et de leurs prédateurs sont accrues. Dans une optique d'entretien de certaines composantes de la biodiversité, les TCSL peuvent donc être considérées avec un intérêt spécifique, qu'il resterait à mieux quantifier en terme de dynamiques des populations objets de cette préoccupation de conservation. Mais vis-à-vis des organismes du sol, ce sont prioritairement des conséquences fonctionnelles de la dynamique des communautés vivantes qui sont recherchées, en terme d'effets bénéfiques pour la production ou pour l'environnement. Les relations entre structure des communautés, diversité et abondance des espèces, et fonctions du sol sont particulièrement difficiles à décrire. Leur extrême diversité, la complexité du milieu lui-même et le caractère indirect et interactif des conséquences fonctionnelles de leur activité en sont les raisons majeures. Vis-à-vis de la production végétale, les liens entre populations pouvant contribuer positivement au fonctionnement du couvert cultivé et populations de bioagresseurs sont au cœur de cette difficulté.

Comment gérer un équilibre favorable entre organismes participant à la structuration du sol ou à la prédation des ravageurs d'une part, abondance des parasites ou des adventices d'autre part, sans accroître les coûts de la protection phytosanitaire ? Cela reste largement un défi pour la conception de nouveaux systèmes de culture. En effet, dans cette perspective, les techniques de travail du sol ne peuvent être raisonnées isolément. C'est bien l'ensemble des composantes de l'itinéraire technique, et au-delà, de la rotation, qui est en cause dans une approche de long terme.

En semis direct permanent, l'accroissement de résistance mécanique de la couche superficielle réduit le risque d'incision par le ruissellement. À long terme, le rôle protecteur des TCSL vis-à-vis de l'érosion peut donc être accru.

Les techniques de travail du sol **ne peuvent être raisonnées isolément**. C'est l'ensemble des composantes de l'itinéraire technique, et au delà, de la rotation, qui est en cause dans une approche de long terme.

Vers une évolution globale des systèmes de culture

Finalement, l'interrogation sur les bénéfices et risques environnementaux des TCSL n'a pas de raison de susciter une réponse à caractère doctrinal. Leur faisabilité, y compris dans la longue durée, est expérimentalement **acquise depuis de nombreuses années.**

Les conditions de sol, d'état sanitaire des parcelles, et de culture, plus ou moins favorables à leur réussite, sont assez bien connues des expérimentateurs et des praticiens. Les économies de mécanisation, de temps de travail et les avantages en matière d'organisation pour des intercultures courtes sont quantifiées pour différents types d'itinéraires techniques. Les éléments de la décision des praticiens sont donc largement réunis. L'évaluation d'effets environnementaux différents de ceux qui sont associés à l'économie d'énergie n'apporte pas de complément de nature à modifier fortement cette conclusion, au moins si l'on n'aborde la question que par le choix des outils de travail du sol. Ces effets environnementaux sont plutôt dépendants de la gestion des matières organiques à proximité de la surface du sol, et donc de l'épaisseur de la couche retournée ou brassée par les outils, mais aussi des quantités de résidus organiques retournant au sol, et de l'utilisation de couvertures vivantes en interculture.

Les décompactages profonds pouvant être assurés sans labour, c'est sur une préoccupation d'entretien intégré de l'état de la surface du sol, et du décimètre immédiatement sous-jacent, que débouche l'analyse. Celle-ci met en cause l'itinéraire technique au-delà de la seule suppression du labour. Les effets accessibles sur le ruissellement, l'érosion, la qualité de l'eau justifient l'investissement en ce sens. Cependant, en termes environnementaux, la gestion écologique du fonctionnement du sol, en lien avec l'économie des intrants phytosanitaires, les cycles de l'azote et du carbone, et l'entretien de la biodiversité reste la frontière à dépasser pour éclairer globalement le bilan des techniques de travail du sol. C'est un enjeu clé pour le développement d'une agronomie, de la durabilité et de l'économie des ressources. Des façons culturales elles-mêmes plutôt économes doivent y contribuer, dans le contexte d'une évolution beaucoup plus intégrée et globale des systèmes de culture.

Pour en savoir plus: cet article clôture une série de six articles publiés dans notre revue depuis février 2008, reprenant les conclusions de la synthèse présentée lors d'un colloque le 23 octobre 2007 à Paris. L'ensemble de l'étude « Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturales Sans Labour en France » (environ 400 pages) est disponible sur Internet à l'adresse suivante : http://www2.ademe.fr, rubrique « sites pollués et sols »/Publications. Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui se sont impliquées dans ce projet ainsi que l'ADEME pour son soutien financier sans lequel un travail d'une telle ampleur n'aurait été possible.

L'essentiel :

-La faisabilité des TCSL, y compris dans la longue durée, est expérimentalement acquise depuis de nombreuses années.

-Erosion et ruissellement sont limités par les TCSL, notamment grâce à la mise en place ou au maintien d'un

couvert végétal.
-L'effet protecteur d'un couvert, souvent associé aux TCSL, fait partie des bénéfices environnementaux de ces techniques.
-La complexité du fonctionnement écologique du sol rend difficile l'établissement de conclusions claires et générales.
-Les perspectives de gain de temps et l'économie de charges de mécanisation ont accéléré le développement des TCSL, plus que les préoccupations environnementales ou d'entretien de la qualité des sols.
-Un avantage environnemental immédiat des TCSL réside dans la diminution de la consommation de carburants qu'elles induisent par rapport au labour.

PERSPECTIVES AGRICOLES • N° 352 • JANVIER 2009
38-42

TRAVAIL DU SOL, TRAVAILLER AU CHISEL

Djamel BELAID 1986 [1].

Avec la réduction progressive de la jachère, une plus grande superficie de terre est à labourer. Le matériel existant dans les exploitations ne peut suffire. Aussi, un type de matériel plus performant serait d'un grand intérêt. Le chisel présente certaines caractéristiques que nous allons passer en revue.

Le labour permet d'assurer la destruction des mauvaises herbes, le maintien et l'amélioration de la structure du sol, l'enfouissement des engrais et des résidus de récolte, le contrôle de la circulation de l'eau dans le sol et la réalisation du lit de semences.

Par labour, on entend en général utilisation d'une charrue à socs ou à disques. Cependant, il existe d'autres outils dont le chisel. Le principe du labour à l'aide du chisel consiste en un travail sans retournement du sol.

Le grand intérêt de cet outil **est sa vitesse de travail**. En effet, pour un chisel de un mètre de large, on peut travailler 6 hectares en une journée. Comparativement une charrue à disques de même largeur travaille seulement 2 hectares pour la même durée. C'est là un atout essentiel.

Il existe cependant des inconvénients :

- La matière organique (résidus de récolte) ne sont pas enfouis profondément.
- Entre la zone travaillée et celle qui ne l'est pas, il peut se former un lissage à cause de l'action des dents.
- Dans les sols profonds et argileux, le chisel risque de ne pas convenir.
- Les mauvaises herbes ne sont pas toutes détruites après le passage de l'outil.

L'utilisation du labour a été testée par l'IDGC, et cela dans la station expérimentale du Khroub. Le chisel a été comparé à une charrue à disques et cela pour des profondeurs de travail variable (8-14 et 20cm). Cet essai a été réalisé **durant 4 années**. Les résultats ont montré que le travail à 14 cm de profondeur a donné dans la majorité des cas de bons résultats. Par ailleurs, les résultats obtenus sur chaque parcelle labourée avec les outils à dents **sont systématiquement supérieurs** à ceux des parcelles travaillées à la charrue à disques.

Ainsi, l'expérimentation entreprise a permis de confirmer la possibilité de travailler avec des outils à dents **en sol sec**. L'intérêt des techniques de travail superficiel pour la culture du blé doit être souligné tant pour :

- l'économie de temps qu'elle procure
- que pour la grande souplesse qu'elle apporte à l'organisation du travail au sein de l'exploitation.

Cependant, il faut se garder d'une généralisation hâtive. De nouveaux essais doivent être étendus aux différentes zones agro-pédologiques du pays.

Condensé de la comparaison Chisel-Charrue

Avantages des outils à dents en remplacement de la charrue :

- Le chisel est mieux adapté que la charrue au travail en conditions sèches.
- Il y a une meilleure pénétration du sol.
- Il y a une plus grande vitesse et plus grande largeur de travail que la charrue (le double pour un tracteur de même puissance).
- Les mottes créées sont de plus petites dimensions que celles obtenues à partir des charrues.
- L'équilibre motte-terre fine est plus riche en particules fines, ce qui évite les profils creux.

Inconvénients et limites du chisel :

- 10 à 15 chevaux sont nécessaires par dents.
- Le salissement en mauvaises herbes est plus important qu'avec la charrue ; en cas d'utilisation en hiver, le cycle des adventices n'est pas rompu.
- La matière organique n'est pas bien enfouie.
- Il y a de la terre soufflée sur 10 cm ce qui peut entraîner par la suite une zone de terre

plus compacte qu'avec une charrue.

- Il est nécessaire d'alterner le travail du chisel avec celui d'une charrue et cela tous les 3-4 ans.

Références bibliographiques :

KEHAL. , 1979 Travail du sol : résultats d'un essai comparatif charrue à disques et outils à dents. Céréaliculture. 8, 9-14.

[1] Texte tiré de « Aspects de la céréaliculture algérienne » BELAID D., 1986 Office des Publications Universitaires (Alger). 207 p.

ÉTATS-UNIS: LE SRIP TILL DECOUVERT PAR HASARD

Damien Brun, Jérôme Labreuche, Jérémy Guil*

(*Nous proposons un article sur le Strip-till. Quelle application en Algérie? Il pourrait être intéressant dans les régions arrosées où on peut entrevoir de semer du maïs ou pour toute culture à large écartement en climat semi-aride. L'intérêt de cet article est de voir comment des agriculteurs dynamiques ont inventé cet appareil et comment des constructeurs ont ensuite répondu à leur attente. Il est à espérer qu'une telle démarche voit jour en Algérie. Nous indiquons les adresses mail des auteurs afin de favoriser d'éventuels échanges. D. BELAID 25.08.2014*).

Aujourd'hui largement développé, la technique du strip till a été mise au point aux Etats-Unis un peu par hasard, dans un contexte de

- simplification du travail du sol
- et d'optimisation des performances.

Retour sur l'histoire de cette découverte. C'est une catastrophe écologique, le « Dust Bowl », qui est à l'origine du développement des techniques sans labour aux États-Unis. Dans les années 30 et durant environ une décennie, des sécheresses combinées au maintien d'un sol complètement nu provoquent une érosion sans précédent, avec d'importantes tempêtes de poussières.

Face à l'ampleur du phénomène, le gouvernement américain crée dès 1933 le « Soil Erosion Service » pour aider les agriculteurs à lutter contre cette érosion. À l'origine temporaire, ce service est pérennisé puis transféré à l'USDA (ministère de l'Agriculture) en 1935 avant de devenir le NRCS (1). Les efforts portent d'abord sur les techniques anti-érosives et la conservation du sol :

- rotations des espèces,
- culture selon les courbes de niveau.

En parallèle, le matériel évolue… petit à petit. Les premiers outils véritablement conçus pour le semis direct apparaissent **au milieu des années 60**, grâce notamment au constructeur Allis Chalmers. Les techniques d'implantation ne travaillant que sur le rang, dites « strip till », n'ont été découvertes qu'ensuite… Essentiellement par hasard.

La compaction, ennemi invisible

Au printemps 1971 (2), la ferme de Jerrel Harden, située dans l'Alabama, accueille une plate-forme de démonstration sur les nouvelles techniques de conservation des sols (passage d'herbicide total pour détruire les adventices puis semis direct dans les résidus). Les cultures de l'agriculteur ne sont pas en très bon état, **hormis sur la partie ayant bénéficié d'un sous-solage** à 50 cm.

Dans les sols sableux et pauvres en matière organique des « Coastal Plains », très sujets à la prise en masse compte tenu du climat océanique, cette pratique permet de **casser la semelle de compaction**. L'agriculteur comprend rapidement l'intérêt du sous-solage. Il décide donc de construire un outil spécifique qui lui permet de **travailler le rang uniquement** puisqu'aucune machine de ce type n'est proposée par les constructeurs. C'est le « Ro-till », ancêtre des strip-tillers actuels.

La dent parabolique **casse la semelle dure**, permettant une meilleure exploration racinaire et empêchant les phénomènes d'érosion grâce à une meilleure infiltration de l'eau. En laissant les **inter-rangs intacts et couverts par les résidus** de culture, l'outil améliore la tenue du sol. Pendant deux ans, Jerrel Harden améliore le prototype avec la société Brown qui le met ensuite en vente dans son réseau, situé principalement dans le sud est des États-Unis. Mais le Ro-till devient si populaire qu'en 1985, la demande dépasse la production. La firme passe un accord avec la société Bush Hog pour améliorer sa diffusion. En 1986, l'outil est proposé à la vente dans 33 des 50 états du pays.

Le hasard du positionnement des rangs

Aux États-Unis, le strip till est très souvent pratiqué **avec des apports d'engrais,** une technique dont l'intérêt a été découvert par Jim Kinsella. Au début

des années 80, cet agriculteur situé au coeur de la Corn belt, dans l'Illinois, a déjà **plusieurs années d'expérience en semis direc**t. Il apporte l'engrais et les herbicides au printemps juste après le semis. Plutôt moyens, ses niveaux de réussite dépendent de la pluviométrie. En 1981, le temps très sec après le semis le décide à **modifier sa stratégie** et à apporter l'engrais à l'automne sous forme gazeuse. À l'automne, il positionne donc l'ammoniac anhydre à l'aide d'une machine à dent. Son écartement est de 76 cm contre 96 cm pour son semoir à maïs. Au printemps 1982, le climat est plutôt froid et humide. Environ 10 % des pieds de maïs s'avèrent bien plus verts et deux fois plus développées au stade 6-7 feuilles que les autres : ce sont ceux positionnés exactement sur les rangs d'application d'azote.

La technique séduit

L'agriculteur tire la conclusion qui s'impose : en cas de printemps froid, **le maïs positionné sur les passages d'azote a une croissance précoce bien plus rapide** que le vrai semis direct.

Le phénomène est accentué par le léger travail de la dent et le dégagement d'une fine bande de terre. Dès l'automne suivant, il modifie donc son applicateur d'engrais afin d'avoir le même écartement que sur son semoir (passage de 9 rangs à 76 cm à 7 rangs à 96 cm). Pour s'assurer du bon positionnement de ses futurs rangs de semis, l'agriculteur utilise des chaînes à l'avant du tracteur comme traceurs. Même imparfait, le dispositif amène un « plus ». Le groupe d'agriculteurs dont Jim Kinsella fait partie rencontre le même problème **de croissance très lente du maïs** en semis direct. Certains des membres décident donc de tester la technique en 1984. Ils obtiennent la même réussite à la récolte. Après quelques hésitations, le terme de « strip till » est finalement retenu et les agriculteurs communiquent sur le sujet dans des réunions et conférences.

Etats-Unis : le travail réduit majoritaire sur céréales et soja :

Part relative des différentes techniques de travail du sol pour les principales cultures aux États-Unis. Source : USDA (*). Aujourd'hui encore, les techniques de travail du sol ont pour principal objectif de limiter les risques d'érosion. Elles se défi nissent en fonction des résidus végétaux qui couvrent le sol et ce, après le semis de la culture suivante. Le travail du sol de conservation (conservation tillage) laisse, par défi nition, au moins 30 % de la surface du sol couverte par les résidus végétaux. Il englobe le semis direct stricto sensu, le strip till et le « vertical tillage », qui peut comprendre du décompactage et/ou du travail superfi ciel mais sans enfouissement important des résidus de culture. Ces trois pratiques de travail du sol sont quelquefois regroupées sous la terminologie « no till ». Le « conservation tillage » inclut également la culture sur billons permanents (ridge till) et le travail superficiel (mulch till). Le travail du sol simplifié (reduced till) laisse pour sa part entre 16 et 30 % de la surface du sol couverte par les résidus végétaux. Le travail du sol conventionnel (conventional till or intensive till) est le plus intensif. Il laisse moins de 15 % de la surface du sol couverte par des résidus végétaux. Il comprend le labour ou pseudo labour intensif.

Des objectifs différents pour une même technique

Si aujourd'hui, les agriculteurs américains s'intéressent souvent au strip till pour sa capacité à limiter l'érosion en maintenant une quantité importante de débris végétaux, d'autres motivations les animent également. Dans la partie sud du pays où les terres sont très légères et le climat océanique, la technique est utilisée à des profondeurs importantes (30 à 40 cm) pour casser les couches compactées. Dans certaines situations, le semoir peut être couplé pour l'implantation du coton ou du maïs. A contrario, dans la Corn Belt, les sols sont beaucoup plus lourds. Le strip-till **permet un ressuyage plus rapide**, donc des semis de maïs plus précoces qu'en vrai semis direct. L'outil est généralement passé en automne, dès la récolte terminée, avec une application conjointe d'engrais. Dans les grandes plaines centrales (Nebraska, Kansas) au climat moins arrosé, les agriculteurs apprécient la technique parce qu'**elle aide à conserver l'eau du sol**.

En Europe : bandes fraisées, strip tiller et semoir-strip tiller
Des outils animés par prise de force avec travail du sol localisé sur une bande sont apparus en Europe au début des années 70. C'était notamment le Rotasemis de Howard, médaillé du prix de l'innovation au salon français de l'agriculture de 1969. Connus aux Etats-Unis, ces outils étaient classé dans la catégorie « Conservation tillage » (2). Dans le milieu des années 80, la puissance des tracteurs augmentant, des lames de décompaction de type Paraplow ont été associées au Rotasemis et au semoir monograine pour former un outil nommé Parasemis. Lafforgue a également construit un outil animé pour travail en bandes superficielles : l'Ecosem.

Des modèles européens depuis 2005: Issus plus ou moins directement des décompacteurs ou cultivateurs, les premiers vrais strip tillers européens sont apparus vers 2005 avec des constructeurs comme Jammet, Duro ou Horsch. En parallèle, certains agriculteurs pionniers conquis par la technique s'équipent de strip tiller américain Yetter, seule marque importée à ce moment. Une très forte accélération a eu lieu depuis 2010 : l'importation d'outils américains (Dawn, Orthman, Hiniker, Twin Diamonds) s'est développée et les constructeurs européens (Kuhn, Franquet, Kongskilde, Maschio Gaspardo) en ont mis dans leurs catalogues.

Les semoirs strip-tillers, qui associent fissuration localisée et dépôt d'engrais, constituent une nouvelle forme de machine en Europe (Mzuri, Horsch, Agrisem, Väderstad). Développés initialement par le constructeur anglais Claydon, ces semoirs répondent aux contraintes agronomiques de l'implantation du colza, voire du blé, qui est toutefois moins exigeant vis-à-vis de la structure du sol.

(1) Natural Resources Conservation Service
(2) Little C.E. (1987). Green fi elds forever : the conservation tillage revolution in America. Island press, Washington, 192p.

Contact: Damien Brun d.brun@arvalisinstitutduvegetal.fr
Jérôme Labreuche j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS-Institut du végétal Jérémy Guil (stagiaire Agrocampus Ouest)

L'ESSENTIEL:
-Si aujourd'hui, les agriculteurs américains s'intéressent souvent au strip till pour sa capacité à limiter l'érosion en maintenant une quantité importante de débris végétaux, d'autres motivations les animent également.
-Aux États-Unis, la lutte contre l'érosion passe par la couverture des sols par les débris végétaux.
-Les premiers outils véritablement conçus pour le semis direct apparaissent au milieu des années 60, grâce notamment au constructeur Allis Chalmers.-

(*) Horowitz J., Ebel R., Ueda K., (2010). Economic Information Bulletin. « No-Till » is a Growing Practice, n° 70, pp.1-28

AGRONOMIE : LIMITER LE TRAVAIL DU SOL AU LIT DE SEMENCES

Jérôme Labreuche ARVALIS-Institut du végétal j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

Le strip till consiste à implanter certaines cultures dans un lit de semences conventionnel tout en limitant au maximum le volume de sol travaillé. Pour favoriser la levée et le développement des cultures, quelques bases agronomiques doivent être respectées, assez proches de celles connues pour les techniques plus traditionnelles.

Le strip till est souvent testé au champ, où il est comparé à des techniques plus conventionnelles. Difficile cependant de généraliser les conclusions de chaque essai. Il y a strip till et strip till ! D'une part, des machines de conceptions différentes peuvent être utilisées. D'autre part, selon les conditions dans lesquelles la technique est utilisée (type de sol, période de l'année, résidus végétaux, structure du sol, climat…), le profil cultural obtenu peut être très différent et plus ou moins accueillant selon les espèces. Aussi diverses que soient les situations, la mise en oeuvre du strip till obéit néanmoins à de grands principes agronomiques.

- Un inter-rang non travaillé.
- Le travail des futures bandes de semis se caractérise par une nette différentiation entre le rang et l'inter-rang.
- S'il n'a pas été travaillé au préalable, l'inter-rang se trouve dans une situation proche du semis direct avec de nombreux résidus végétaux en surface et une absence de terre fine.
- Ceci contribue à réduire le risque d'érosion, à limiter l'évaporation de l'eau et à moins stimuler la germination d'adventices.
- A contrario, le travail du sol sur le rang génère un état structural fortement bouleversé.

Avec des strip tillers de type américain, la bande travaillée présente **un état structural proche d'un pseudo-labour.** Les résidus de culture ou du couvert présents initialement en surface sont assez fortement

enfouis et « dilués » dans le profil.

Sur un précédent avec un solide système racinaire fasciculé (prairie, gros couvert de graminée), l'enfouissement de touffes de graminées peut laisser un sol creux difficile à rappuyer, en particulier avec un strip-tiller de type américain travaillant peu de temps avant le semis. De ce point de vue, le travail des bandes de semis avec des outils animés de type Rotasemis ou Parasemis est adapté au semis de maïs derrière une dérobée. Il est aussi envisageable d'améliorer le travail du strip-tiller en passant deux fois l'outil.

Eviter les conditions plastiques

Le strip till crée idéalement sous la semence de la culture un horizon meuble et rappuyé favorable à son enracinement. Si le strip-tiller est passé en conditions trop humides (sol plastique) ou éventuellement trop sèches (sol très dur), la structure du sol créée peut être grossière et éventuellement creuse. Pour éviter cela, il faut en particulier travailler suffisamment tôt les sols argileux, en général en automne. Il faut également être vigilant en cas de sol très sec et dur en été avant colza. Le strip till trouve toutefois ses limites lorsque le sol est compacté. Il peut néanmoins être suffisant pour restructurer une compaction superficielle du sol.

La profondeur du passage de strip till étant souvent comprise entre 15 et 20 cm, les possibilités de corriger des défauts de structure plus profonds, par exemple entre 20 et 30 cm, sont limitées. Le risque est alors d'avoir un effet dit « pot de fleur », avec un enracinement correct dans la zone travaillée qui ne représente qu'un faible volume de sol (environ 15 cm sur 15 cm). Les racines ont du mal à pénétrer l'horizon non travaillé et compacté. Dans ce type de situation, un décompactage à environ 25-30 cm de profondeur est nécessaire.

Certains strip-tillers réalisent ce type d'opération. Il peut aussi s'agir de décompacteurs combinés à un semis à la volée pour implanter un colza (technique du « till seeding »).

Un vrai lit de semences

Si le strip till est réalisé correctement, il permet de créer suffisamment de terre fine pour avoir un bon contact sol-graine. Quelques règles de base s'imposent pour respecter ce facteur favorable à la germination. Il faut réaliser le strip till en conditions ressuyées. Il est également important de passer l'outil suffi samment tôt, dès l'automne par exemple, afin de permettre l'évolution naturelle de la structure des sols les plus lourds. Disposer d'éléments d'émiettement et de rappui sur la future ligne de semis en cas de travail peu de temps avant le semis est nécessaire (éventuellement rouler en l'absence de ce genre d'équipement). Il faut sinon semer dans la foulée du passage de strip till ou combiner strip-tiller et semoir. Le ressuyage favorisé Dans la majorité des sols français, toute opération de travail du sol favorise la vitesse de ressuyage du sol en surface. Un passage de strip till à l'automne ou même quelques jours avant le semis réduit l'humidité du lit de semences. Cela permet de semer plus tôt certaines années, en particulier lorsque le ressuyage est lent.

En conditions très sèches comme en été avant colza ou au printemps dans des terres très légères, il faut être vigilant pour ne pas trop dessécher le lit de semences avec un strip till réalisé quelques jours avant le semis. **Un délai très court** entre le passage de l'outil et le semis (éventuellement la combinaison des deux) permet de limiter les pertes en eau.

Travailler le sol sur le rang, dégager et enfouir les résidus ou encore favoriser son ressuyage constituent autant d'actions positives sur le réchauffement du sol. Un sol « strip-tillé » **se réchauffe mieux** la journée qu'un sol non travaillé. Même s'il se refroidit davantage la nuit, les sommes de température accumulées sont supérieures, favorisant ainsi la vigueur de la culture de printemps. La température du sol derrière strip till ne semble cependant pas atteindre celle observée sur sol labouré.

.

Le Semis Direct : Une technologie avancée pour une agriculture durable au Maroc.

Dr. Rachid MRABET Maître de recherche. INRA/Centre Aridoculture, Settat.

Résumé

En semis direct, le sol n'est pas travaillé. Il est maintenu couvert en permanence par une biomasse sèche (paillis ou mulch) de résidus végétaux, retrouve son état naturel, sa vie biologique s'anime, sa qualité se redresse, sa fertilité s'enrichit et il est à l'abri des différentes formes de dégradation. Le système permet une augmentation notable des rendements (en qualité et en quantité) et une amélioration des indices qualitatifs du sol. Il entraîne aussi avec lui

différentes industries (fabrication de machines spécialisées pour le semis et la gestion des résidus, industrie chimique des herbicides...) et aidera les agriculteurs à réduire les coûts de production et les temps de travaux pour une diversification des cultures et des activités agricoles au sein de l'exploitation. Le gain en temps, associé à des humidités élevées du sol, permet des semis indépendamment des pluies et des difficultés d'accès au terrain. Ce système est sans doute la voie pour une nouvelle révolution agraire.
Le semis direct est une simplification plus poussée du travail du sol, qui consiste à implanter une culture sans travail préalable du sol, tout en effectuant une ouverture dans le sol pour déposer la semence à la profondeur souhaitée et ceci afin d'assurer à la graine les conditions les plus favorables à la germination, à la levée et à la croissance pour obtenir les rendements escomptés. En d'autres termes, la couche arable superficielle n'est ni retournée, ni entraînée, ni cisaillée et ni soulevée comme dans le cas des labours conventionnels. Cette simplification du travail se caractérise par une absence totale de l'action d'un outil aratoire.

Introduction

En milieu semi-aride marocain, les techniques mécanisées de travail du sol ont montré leur limite pour la gestion durable de la ressource sol pour deux raisons: la maîtrise insuffisante de l'érosion et la déperdition du stock en matières organiques des sols. En d'autres termes, ces techniques ne sont plus adaptées aux contraintes pédo-climatiques des zones semi-arides. Les techniques mécanisées de travail du sol engendrent l'émiettement excessif, le tassement et la compaction des sols, l'érosion, le ruissellement, l'appauvrissement et le dessèchement des terres qui ne permettent pas un développement agricole durable. Le défi est double, le système de culture doit permettre une amélioration des productions et en même temps une préservation des ressources natureles et de l'environnement (Figure 1). Ce défi ne peut être complètement satisfait que si le non-labour est pratiqué à niveau technologique élevé. Ce développement technologique doit concerner la gestion des résidus à la récolte et au moment du semis (distribution spatiale des résidus), l'implantation des cultures (profondeur de semis, contact sol-graine, conditions de germination et de levée), fertilisation de fond (disponibilité des engrais) et les pratiques de désherbage (type d'herbicide, dose et application). Ce développement technologique réduit les risques d'échecs des cultures vis-à-vis des conditions édaphiques. Les recherches sur la technologie du semis direct ont débuté en 1983 aux stations expérimentales de l'Institut National de la Recherche Agronomique à Sidi El Aydi (Chaouia) et Jemâa Shaim (Abda).

Définition du semis direct

Le travail du sol a pour rôle essentiel d'obtenir un état structural nécessaire à une bonne germination et un développement racinaire normal indispensable pour l'alimentation hydrique et minérale des cultures. L'agriculteur, en faisant subir au sol momentanément l'action des outils de travail du sol, vise plusieurs objectifs: l'enfouissement des débris de cultures, l'ameublissement de la couche arable, la préparation du lit de semence, la maîtrise des mauvaises herbes et des maladies, l'incorporation des amendements et des fertilisants et la correction de certaines contraintes physiques ou chimiques dans le profil. Toutefois, l'ensemble de ces objectifs peut être réalisé sans labour.
Les labours simplifiés, dits aussi de conservation, ont été pratiqués en Mésopotamie, dans la vallée et le delta du Nil en Egypte et en Amérique du Sud par les agriculteurs indigènes pendant des milliers d'années. Ils datent des temps de la révolution néolithique (6500 ans). Les fermiers se servaient seulement d'une branche pour creuser le sol, y mettaient la graine puis la couvraient par la terre. Le système de labour simplifié du sol comprend un gradient continu allant de la réduction du nombre de passage d'outils aratoires jusqu'à l'élimination complète de toute action mécanique sur le sol. La perturbation ou la manipulation du sol doit respecter la présence d'un mulch d'au moins 30% de sol couvert et l'élimination de toute action de retournement ou mixage des horizons. Il s'agit surtout de l'utilisation d'outils à dents ou à lames. La situation extrême est le zéro-labour ou semis direct.

Figure 1: Relations entre le système non-labour et les composantes de l'environnement et la production

Qualité de l'air

Réduction des émissions de gaz à effet serre. Réduction de l'érosion éolienne. Réduction de la pollution

Productivité

Stabilité des décisions dans les opérations agricoles. Augmentation et stabilité des rendements. Amélioration de la productivité par unité de surface et de temps. Amélioration de la productivité par unité d'intrant

Qualité de l'eau

Réduction des pertes en eau par érosion et ruissellement. Diminution de la charge en sédiments, en éléments dissous et en débris. Réduction de l'envasement des barrages et des structures hydrauliques

Qualité du sol

Amélioration de la structure du sol. Contrôle de l'érosion. Séquestration du carbone. Conservation de l'eau et du sol Aération et perméabilité du sol

Système Non-labour
#
#
Semoir Direct Combiné (voir page 4)

Dans le système de semis direct, les opérations culturales se limitent à l'ensemencement de la culture. Un seul passage du semoir dépose les semences et les engrais dans le sol. Les résidus de culture demeurent à la surface du sol, assurant ainsi une protection contre l'érosion.Le labour classique ou conventionnel est caractérisépar deux aspects principaux absents sous semis direct: le retournement et la fragmentation des horizons arables. Ceci implique une accumulation des résidus de culture en surface et une évolution naturelle de la structure du sol. Ainsi, il y aura création avec le temps d'un profil spécifique du semis direct.
Le non-labour, et bien avant le minimum labour, ont été mis au point par des chercheurs afin de limiter les phénomènes d'érosion. En effet, l'agriculture mécanisée était à l'origine du grand désastre "Dust Bowl" qu'ont connu les grandes plaines américaines dans les années 30. La découverte des herbicides pendant les années 60 a encouragé l'épanouissement du semis direct comme étant une technique culturale simplifiée, rapide, rentable et respectueuse de l'environnement.

Le semis direct est basé sur quatre principes:
 # La suppression totale du travail du sol y compris le labour;
 # La couverture permanente du sol par des résidus de récolte. Historiquement, les résidus de récolte ont étéutilisés comme aliment de bétail, une source d'énergie et de chauffage pour l'homme; l'excès des résidus est brûlé ou enfouis dans le sol pour faciliter les opérations de labour et contrôler les mauvaises herbes et parasites. Toutefois, mis à part son utilisation comme aliment pour bétail, les autres fonctions ne sont plus justifiables;
 # Le semis avec des semoirs spéciaux à travers cette couverture de résidus;
 # Le contrôle des mauvaises herbes par des herbicides. Sous systèmes classiques, la propagation des mauvaises herbes est maîtrisée par des labours, mais aussi avec des herbicides. Toutefois, en semis direct, seul l'option chimique, intégréeà la pratique de la rotation et des variétés compétitives, est possible.

Equipement du semis direct et gestion des résidus

Sous semis direct, le sol est totalement protégécontre l'érosion et l'évaporation par une biomasse sèche laissée en surface, le sol n'est plus travaillé, le semis s'effectue directement dans cette biomasse par des semoirs spéciaux équipés à cet effet. Le sol n'est donc perturbé que pour le semis et l'injection des éléments fertilisants. En matière de technologie agricole, le semis direct est le plus révolutionnaire.

Un équipement spécialisé est essentiel pour réussir avec succès un semis direct. Un bon semoir pour semisdirect coupera facilement à travers les résidus et placera la semence à une profondeur précise. La précision de placement de la semence et son contact avec le sol sont les clés de ce succès et aideront à réaliser une levée homogène de plantules vigoureuses.
Un semoir direct est composé de trois types d'organes: Organes ouvreurs (Coutres, Tableau 1),
Organes semeurs (Tableau 2) et roues tasseuses. Les études réalisées au Maroc montrent que le semoir à soc pénètre plus facilement le sol et permet un emplacement préférentiel des engrais et des semences et aide à réaliser un bon contact sol-semence et une bonne levée.
Selon l'organe semeur, le semoir direct peut être classé en deux catégories: semoir à disques ou semoir à socs. L'organe semeur doit satisfaire 3 critères nécessaires pour une bonne implantation de la culture, à savoir:
Pénétrer la surface du sol sans trop de manipulation;
Ouvrir un sillon dégagé de résidus;
Placer les semences (et les engrais) avec précision à une profondeur uniforme.

L'organe ouvreur ou coutre est essentiel pour éviter le bourrage des organes semeurs et réaliser des semis aux profondeurs appropriées. Cet organe doit couper les résidus en surface et créer une ligne de semis pour l'organe semeur. Il est généralement de forme circulaire et est présent sous quatre formes (Tableau 1).
Selon la forme du coutre, l'abondance des résidus et l'état du sol (dur ou sec), l'organe semeur réalisera un bon ou un mauvais semis. Par exemple, le coutre lisse coupe facilement les résidus mais perturbe moins la ligne de semis.

L'installation de la culture est donc en premier lieu affect ée par le passage du coutre qui ne doit pas enfoncer les résidus dans le sillon et doit éviter le contact paille-graine. Les roues tasseuses ont pour rôles de couvrir (fermer) le sillon et améliorer le contact sol-graine.

Semis direct et rentabilité économique

En renonçant au labour, on réduit de façon importante les coûts de production par réduction des dépenses d'énergie, de main d'œuvre et d'équipement. Sous semis direct, on assiste à une diminution de consommation en carburant par hectare, à une baisse en investissement en machines et une augmentation de la long évité des tracteurs. Sous semis direct, il y a une réduction des effets des aléas climatiques et par conséquent le risque pour les agriculteurs est faible. En effet, sous semis direct il y a une meilleure mobilisation de l'humidité du sol, ce qui assure une production plus stable. Donc, il est possible de réaliser des rendements économiques par passage au semis direct, tout en conservant le sol.

Semis direct et productivité

Les cultures en semis direct sont plus productives et lucratives qu'en travail du sol. Cette amélioration de la productivité est directement liée à la canalisation de l'humidité et de la matière organique au profit des cultures sous ce système (Figures 2 et 3 respectivement pour blé continu et blé-jachère). En effet, sous semis direct un horizon arable productif se forme. Il est caractéris é par une importante bio-structure, une agrégation développée, une richesse en éléments nutritifs, une activité biologique et microbienne intense et des propriétés physiques, hydriques et hydrodynamiques améliorées par rapport au labour (Figure 4). C'est cet horizon qui définira une agriculture durable respectueuse de l'environnement. Ainsi, à un travail mécanique du sol se substitut un travail biologique qui protège les sols des agents agressifs et érosifs et aide au développement d'un horizon particulier productif. Simultanément à l'augmentation des rendements sous semis direct, et la gestion durable du sol et des systèmes de cultures, la qualité des productions est aussi améliorée. Ce double intérêt des systèmes de semis

#Inopérant en conditions de fortes quantités de résidus en surface: mauvais contact sol-semence et semis superficiel
#Disques sont plus chers
#Masses alourdissantes pour pénétrer facilement
#Positionnement uniforme des semences si les résidus sont bien répartis en surface
#Moins de manipulation du sol
#Bon tassement
#Besoin de force de traction élevé
#Poids élevé (transport)
#Grande manipulation ou perturbation du sol (écartement faible entre semeurs)
#Bourrage en sols couverts de quantités importantes de résidus
#Contrôle de profondeur de semis
#Pénétration en conditions de sol sec ou dur
#Bon contact sol-semence
#Bon tassement
#Meilleur emplacement des fertilisants
#Utilisation en conditions de terrains difficiles: sols caillouteux, rugueux, en pente
...
Inconvénients
Avantages
Inconvénients
Avantages
Semoir à Disques
*Semoir à Soc
Tableau 2 : Avantages et Inconvénients des semoirs directs
0
10
20
30
40
50

60
Rendement grain (Qx/ha)
84-85
85-86
86-87
87-88
88-89
89-90
Année
Semis Direct
Labour Minimum Sweep
Labour Classique
Figure 2: Effet du système de travail du sol sur le rendement grain du blé à Sidi El Aydi
(Mrabet, 2000)
Figure 3: Effet du Système de Travail du sol sur le rendement grain à Sidi El Aydi sous rotation blé-jachère entre 1984-1990
(Bouzza, 1990 et Mrabet, 2000)
0
5
10
15
20
25
Rendement grain (Qx/ha)
Semis direct
Chisel
Charrue
Rotavator
Cover Crop
Sweep
Syst
ème de Travail du Sol
Moyenne de quatre années (1995-99) sous blé continu à Sidi El Aydi
*A bord Cannelé ou Ondulé: Plus le coutre est cannelé ou ondulé plus le sillon est large et perturbé.
Conditions d'utilisation: Utilisé pour tous les sols. A des vitesses élevées, le sillon est très large et le contact sol-graine doit être assuré par des roues tasseuses appropriées.
A bord en ridules: Pénètre le sol facilement et crée un sillon fin. Utilisé surtout pour les prairies.
Conditions d'utilisation: Sols argileux lourds. Preféré pour les conditions humides. Fonctionne indépendamment de la vitesse de traction.
A bord en bulles: Très tranchant permet de couper facilement les résidus et la forme en bulle permet une plus grande perturbation du sol et dégage les résidus des deux côtés du sillon.
Conditions d'utilisation: Utilisé en conditions sèches et particulièrement pourles sols sableux ou grossiers. Fonctionne indépendament de la vitesse de traction.
A bord lisse: Permet un sillon étroit et moins de manipulation de la ligne de semis.
Conditions d'utilisation: Limité par la vitesse de traction.
Caractéristiques et conditions d'utilisation
Type de Coutre

*Tableau 1: Caractéristiques des organes ouvreurs ou coutres pour semoir semis direct
HORIZON
ARABLE
PRODUCTIF
SYSTEME NON-LABOUR
ROTATION CULTURALE
GESTION DES RESIDUS DE RECOLTES
AGRICULTURE DURABLE DOUBLEMENT VERTE
Figure 4: Le système Non-labour aide au développement d'un horizon arable sans contraintes chimiques, physiques

ou biologiques, primordial pour une agriculture durable en milieu semi-aride marocain.

La largeur en pouces, la forme et la hauteur du sillon sont aussi présentés.
Simple, double et triple.

direct augmente les performances économiques des agriculteurs.
D'autres raisons justifient la nécessite d'adopter ces systèmes au Maroc, en plus des moindres coûts opérationnels et d'investissement. Il s'agit de la plus grande facilité de semis et la réduction des pertes de production en années sèches.

Semis direct et conservation/qualité de l'eau

La ressource eau demeure le facteur limitant la production céréalière en zone semi-aride marocaine. L'isolement de la surface du sol par un mulch de résidus végétaux provoque un ombrage du sol, réduit la turbulence éolienne et limite les échanges entre le sol et l'atmosphère. La limitation des transferts thermiques et hydriques entre le sol et son milieu ambiant extérieur favorise l'accumulation de l'eau et retarde l'évaporation et le réchauffement du sol. Le semis direct sauvegarde l'eau en améliorant l'infiltration. Avec l'amélioration des propriétés de rétention d'eau du sol sous semis direct, plus d'eau sera stockée.
Le tableau 3 démontre l'importance du non-labour dans l'amélioration du stockage d'eau par la jachère.

Semis direct et qualité du sol
En supprimant le labour, et par conséquent l'enfouissement des résidus de récolte et des parties a ériennes des adventices, il y a une accumulation en surface du carbone organique par rapport au travail du sol classique (Figure 5). Le non-labour réduit la minéralisation de la matière organique de l'ancienne couche travaillée. Ceci peut être expliqué par les nouvelles conditions édaphiques (température, humidité et aération) qui se dé veloppent sous non-labour pour le fonctionnement des populations microbiennes. En effet, l'augmentation en matière organique provoque une amélioration de la biomasse microbienne à la surface du sol. Ces améliorations biologiques et biochimiques du sol affectent très positivement la structure du sol qui devient très bien agrégée (Figure 6). L'enrichissement en azote, en phosphore et autres éléments nutritifs est une autre conséquence qu'induit l'adoption du semis direct.
Le paillis ou biomasse sèche en surface constitue le moteur biologique essentiel du semis direct en améliorant les propriétés des trois phases du sol (matrice, air et eau), en plus de la partie biologique. C'est à travers ces améliorations que les systèmes de culture deviennent durables, voire pérennes.

Semis direct et protection de l'environnement
Le semis direct préserve l'environnement en réduisant les pertes de sol et d'éléments nutritifs et l'entraînementde produits de traitements et en améliorant la qualitéde l'eau et de l'air. Le non-labour est le moyen privilégié pour lutter contre l'érosion hydrique et éolienne. En effet, la couverture en résidus végétaux contrôle les pertes en eau par ruissellement et par le vent. Le semis direct réduit l'érosion (hydrique et éolienne) au niveau de la parcelle, de l'exploitation et du bassin versant et valorise les aménagements habituels de conservation des sols (banquettes et terrasses) alors que le travail du sol avec des engins à disques érode le sol et réduit le stock en matières organiques.
Le semis direct permet un prévention de la pollution des nappes phréatiques, des cours d'eau et des barrages par rétention des nitrates et des pesticides et par diminution de la charge solide des ruissellements.
En arrêtant les travaux du sol, le sol est transformé en un réservoir de carbone et par conséquent le semis direct contribue à la réduction des émissions de gaz carbonique et l'effet de serre. Sous semis direct il y a une reconversion du processus de dégradation accélérée par le travail mécanis é du sol vers une reconstitution de la qualité des ressources sol, eau et air (Figure 1). Ce système est souvent qualifié de "système écologique" et l'agriculture en semis direct d'agriculture durable doublement verte, associant la production et la préservation de l'environnement.

Semis direct et systèmes de culture

En plus d'une stabilité des systèmes de culture, le semis direct permet d'améliorer les performances agro-économiques. L'élimination des travaux du sol permet un gain de temps pour faire d'autres choses (activités agricoles ou autres) et le gain en humidité du sol permet de diversifier les cultures. En effet, les recherches ont montré que l'efficience d'utilisation de l'eau est améliorée sous semis direct pour toutes les cultures et ainsi différentes rotations peuvent être adoptées en fonction des conditions hydriques, pédologiques et topographiques.

Semis direct et contrôle des mauvaises herbes

Du fait que le labour ne fait plus partie du système, les mauvaises herbes doivent être contrôlées à l'aide des herbicides. Il faut donc élaborer une stratégie de contrôle, qui doit être dynamique sachant que la gamme des espèces de mauvaises herbes change avec le temps sous semis direct. Cette stratégie doit aussi inclure la rotation et des cultures compétitives. Maintenir le contrôle des mauvaises herbes dans un champ en semis direct est un défi durant les premières années de son implantation. On note en général une diminution relative du taux d'infestation des espèces annuelles dans les parcelles de jachère chimique au fil des années au profit de plantes vivaces comme Ecballium elaterium (Momordique), Anchusa azurea (Buglosse d'Italie), Convolvulus arvensis et C. Althaeoides (Liseron). Les graminées pérennes sont représenté es principalement par Cynodon dactylon (chiendent). A long terme, on assiste à une spécialisation de la flore qui a tendance à devenir caractéristique du système de semis direct. Plusieurs auteurs ont signalé un changement de la composition de la flore adventice après conversion vers le semis direct. Il faut noter que les variations de la qualité du sol dues au non-la-bour sont des facteurs très déterminants qui modèlent la composition de la flore, aussi bien qualitativement que quantitativement. L'extension du semis direct a été facilitée surtout par l'usage d'herbicides non sélectifs. L'efficacité de ces produits est sans équivoque. Pour réussir l'élimination des mauvaises herbes sans affecter la production grainière ni en qualité ni en quantité, le contrôle doit être réalisé précocement en utilisant des herbicides de pré-semis et résiduels. Le désherbage précoce accentue le contrôle des plantes indésirables en début de saison.

Plusieurs études ont été effectuées dont l'objectif est de réduire les coûts des traitements par ces herbicides en utilisant de faibles doses avec un très faible volume d'eau. Les herbicides anti- graminées non sélectifs disponibles au Maroc sont nombreux et peuvent être recommandés sans aucune restriction contre les graminées annuelles. En culture continue du blé, le brome est la mauvaise herbe la plus redoutée. Son contrôle pourrait être assuré par un herbicide résiduel récemment homologué au Maroc. Les herbicides anti-dicotylédones recommandés sont particulièrement ceux possédant une rémanence assez longue pour maintenir la culture propre sans pour autant être problématique pour d'autres cultures. Ces herbicides appartiennent aux familles des sulfonylureas. L'ensemble des plantes dicotylédones vivaces échappe aux herbicides précités. Cependant, leur élimination peut se faire plus ou moins avec succès en utilisant les phytohormones à base de 2,4 D. Quant aux graminées vivaces dont l'infestation est généralement répartie par foyers localisés, le glyphosate est l'herbicide à recommander.

Semis direct et entretien des cultures

Le non-labour signifie aussi le maintien des résidus à la surface du sol, ce qui probablement engendre plus de maladies, surtout des racines. En effet, le sol est plus froid et plus humide et les restes de végétaux sont des sources de spores et autres formes de dissémination de maladies. Toutefois, la pratique de la rotation, jumelée à des luttes préventives contre ces maladies et l'utilisation de semences saines et traitées, diminuent les risques d'attaques. Avec le temps, l'activité biologique s'intensifie, l'aération du sol et les conditions hydriques et physiques s'améliorent, rendant le sol un milieu défavorable et résistant au développement des maladies.

Semis direct et adoption

Les effets micro-économiques très positifs associés au semis direct permetteront un développement du milieu rural marocain en améliorant la productivit éde la terre et du travail, en réduisant les temps et la pénibilité des travaux et aussi en garantissant une diversification des productions agricoles.

A travers le monde, la superficie des terres sous le non-labour a augmenté de 2,2 millions d'hectares en 1974 à 40 millions d'hectares en 1997 (Figure 7). Les techniques de semis direct peuvent être ajustées pour des conditions pédo-climatiques variées. Les différentes institutions internationales essayent d'internationaliser le semis direct.

0
20
40
60
Matière organique (tonnes/ha)
1987
1998

1999
Année
Non-Labour
Labour Conventionnel
Horizon (0-20 cm)
0
10
20
30
40
50
60
Indice de stabilité des agrégats (%)
6 Oct 99 4 Nov 99 3 Fév 2000 24 Mars 2000
Dates
Non-Labour
Labour Classique

Figure 5: Evolution de la teneur en matière organique sous labour classique et non-labour dans un sol tirs (Essai a commencé en 1987 à Sidi El Aydi)

Figure 6: Evolution de l'agrégation hydrostable (%) au cours d'une jachère chimique et travaillée dans un sol tirs (Essai a commencé en 1994 à Sidi El Aydi)
18
10
18
19
25
Moyenne
18
10
18
20
24
Pulvériseur à disques
18
10
18
19
24
Rotavator
17
10
19
18
22
Chisel
19
10
18
21
28
Sans labour
Moyenne
Pastorale
Conventionnelle
Travaillée au Sweep

Chimique
Management de la jachère
Travaux du Sol de Saison

Tableau 3: Efficience de stockage d'eau par la jachère (%) en fonction du management et du travail du sol (Bouzza, 1990)

Semoir Direct Pneumatique
(USA)
0 10 20 30 40 50 Million d'hectares
73 83 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 Année
USA
Canada
Brésil
Argentine
Australie
Autres
Figure 7: Evolution dans le temps des superficies sous semis direct dans le monde

Les avantages associés au semis direct seront la garantie d'une acceptabilité et d'une diffusion rapide de cette technologie. Ce système sera l'origine d'une nouvelle révolution agraire au Maroc comme c'était le cas au Brésil, en Argentine et dans d'autres pays en développement. Cependant, il faut signaler que deux problèmes majeurs peuvent retarder l'adoption du semis direct au Maroc: la disponibilité des semoirs directs adéquats et la gestion des résidus. En plus, la gestion et l'entretien de la culture doivent être bien appréhendées par les agriculteurs à travers des actions de formation et de sensibilisation.

Conclusions

L'ancienne méthode de labour intégral qui laisse la surface du sol exposée à l'érosion doit être abandonnée. L'utilisation de paillis de chaume, destinés surtout au début à réduire l'érosion, doit devenir une pratique courante. Le semis direct améliore la productivité du sol en réduisant l'érosion hydrique et éolienne, le tassement et le compactage. Il améliore aussi la stabilité structurale, la porosité, la portance, la teneur en humus, l'activité biologique, le peuplement de vers de terre et l'enracinement. En outre, les systèmes de semis direct permettent une économie d'énergie et de force de traction du fait que seule une zone très réduite est travaillée par les éléments d'enterrage du semoir. Il diminue donc les coûts de production en réduisant la capacité de travail,le nombre de passages, les besoins en main-d'œuvre, l'usure du matériel et la consommation de carburant. Le semis direct permet aussi de maintenir les objectifs de production et de protéger la qualité de l'environnement en aval et en amont. Le tableau 4 compare les systèmes de semis direct, de labour simplifiés ou minimum labour et les labours classiques.
L'agriculteur marocain, en adoptant le semis direct, s'intègre dans une nouvelle approche d'exploitation de ses terres. En effet, en arrêtant de faire les labours, l'agriculteur commencera une nouvelle stratégie de gestion des cultures et des terres pleine de promesses et de performances. En adoptant le semis direct, l'agriculteur marocain produira pour sa famille et pour les générations futures#.

DEVELOPPEMENT D'UN SEMOIR DIRECT COMBINE ADAPTE AUX CONDITIONS SECHES
Pr. E.H. BOURARACH. 2001. Département de Machinisme Agricole IAV Hassan II Transfert de Technologie en Agriculture

Dans le cadre d'un projet de recherche-développement commun entre l'IAV Hassan II et l'INRA, financé par la DERD relevant du Ministère de l'Agriculture, une équipe du Département de Machinisme Agricole: El Hassan BOURARACH (prof., responsable du projet), Saïd EL HOUSNY (Ing.), Zakaria AISSAOUI (Ing.), Abdellatif OUABBOU (Tech.), Mohamed MEZOUARI (Tech.) et Larbi EL AMRI (Tech) de l'IAV Hassan II) a conçu et fabriqué un prototype de semoir direct combiné adapté aux conditions locales (application en sol sec) des zones arides et semi-arides marocaines (Photo page 1). Ces zones représentent plus de 5 millions d'hectares. Les essais menés au Maroc, ont montré que les semoirs directs à disques commercialisés n'ont pas un pouvoir de pénétration suffisant en sol sec, et par conséquent la qualité du lit de semences et de recouvrement des graines laissent à désirer. Le prototype a été conçu sur la base d'un cahier des charges établi selon les objectifs visés et de certaines

orientations. La conception s'est concentrée sur le système d'enterrage soumis à des contraintes mécaniques qui entravent le développement de la technique du semis direct au Maroc. Quant aux autres organes du prototype, ils sont similaires à ceux d'un semoir classique (trémie, transmission, distribution). Le premier modèle de système (prototype élémentaire) a subi une série d'essais dans des conditions de sol extrêmes (sols secs, couverts de débris végétaux et dénivelés). Après plusieurs modifications et améliorations, un système d'enterrage a été mis au point. Celui-ci fonctionne avec satisfaction et répond aux exigences précitées (coupe des résidus, pénétration suffisante, recouvrement satisfaisant, régularité de la profondeur de semis). Le système ainsi conçu est constitué des éléments suivants (Figure 1):

Un disque plat monté à l'avant, tranche les résidus végétaux pour éviter les risques de bourrage, et ouvre un sillon étroit. Cet élément est important dans la mesure où le semis direct repose sur la présence des résidus des cultures en surface et sur leur bonne gestion.

Un soc ouvreur caractérisé par un pouvoir de pénétration suffisant en conditions sèches, suit le disque, ouvre et émiette le sillon en perturbant une quantité de sol apte à recevoir les semences et les engrais (contenant suffisamment de terre fine).

Un élément semeur et un localisateur d'engrais, montés sur un parallélogramme déformable. Ce dispositif permet à chaque élément semeur de suivre les dénivellations du sol.

Un système de réglage de la profondeur de semis et de dépôt d'engrais. Il permet d'ajuster la position de l'engrais à environ 8 cm pour qu'il soit disponible dès le démarrage de la plante et celui de la semences à environ 5 à 6 cm.

Deux roues plombeuses disposées en arrière, assurent le recouvrement, le tassement et la limitation de la profondeur de semis et de dépôt d'engrais.

A partir des spécifications du cahier de charge et des données de base que nous avons obtenues lors des tests préliminaires effectués sur le prototype élémentaire (composé d'un seul élément), nous avons dimensionné chaque élément et pièce du semoir. Ainsi, le semoir direct développé est composé de 13 éléments semeurs espacés de 17,5 cm et a une largeur de travail de 2,30 m, une capacité de la trémie de 620 litres, répartie en deux contenances de 370 l pour les semences et 250 l pour les engrais, un poids à vide de 1230 kg. Ces caractéristiques répondent au cahier des charges et sont adaptées à la capacité du relevage hydraulique et à la puissance du tracteur le plus répandu chez les agriculteurs (70 à 80 CV). Il est muni de distributeurs à cannelures commerciaux combinés (engrais/semences) et d'agitateurs placés au fond des deux compartiments de la trémie. Des chaînes et des engrenages assurent la transmission du mouvement depuis les roues d'entraînement (Une roue pour le système de distribution d'engrais et une roue pour celui des semences). Ce semoir est porté à l'aide d'un attelage trois points de catégorie II et mesure 3 m de largeur hors-tout.

Le prototype a été fabriqué au sein de l'Atelier de Génie Mécanique du Département de Machinisme Agricole de l'IAV Hassan II à Rabat. Certains travaux ont été réalisés chez la société ATMAR à savoir le coudage à chaud des étançons et le pliage des tôles de la trémie. Il est possible dans le cas du travail en série de réduire les travaux de fabrication à venir en procédant à l'élaboration de certaines pièces par moulage ou forgeage.

Après montage et mise au point, nous avons testé au laboratoire et au champ le fonctionnement des systèmes de distribution, de transmission, de l'écoulement des engrais et des semences et de leur mise en terre. Ces tests ont fait ressortir que le niveau de charge dans la trémie n'a pas d'effet significatif sur les débits d'engrais et de semences obtenus et qu'il n'y a pas de différence significative entre les distributeurs. Par ailleurs, aucun écrasement des semences n'a été constaté.

Au champ, le semoir direct a été testé sur trois types de sols contrastés et a répondu aux exigences du cahier des charges, en particulier la pénétration des disques et des socs, la régularité de la profondeur de semis, la séparation lors de la mise en terre entre l'engrais et les semences, ainsi que la coupe des résidus ont été satisfaisants. La traction et le transport en position portée ont été effectués sans aucune difficulté à l'aide d'un tracteur de puissance moyenne. Au cours de la campagne agricole 1997-98 les rendements en céréales obtenus avec une installation en sec et une conduite en irrigué à l'aide de ce semoir, sans travail du sol préalable (c à d. Le coût minimum à l'installation) ont dépassés les 50 qx/ha (Photos 2 et 3).

Le coût de réalisation du prototype s'élève à 66.000 Dh environ. Comparé à ceux des semoirs commerciaux (85.000 à 100.000 Dh), il est moins coûteux et à la portée de bon nombre d'agriculteurs. Nous estimons les besoins à environ 20.000 à 30.000 unités et nous pensons qu'après industrialisation, le prix de ce semoir pourra être réduit d'au moins un tiers.

L'Association R&D Maroc a discerné au prototype ainsi développé le deuxième prix du Concours National de l'Invention et l'Innovation Technologique pour 1999. Des contacts sont en cours pour sa fabrication en série#.

Grande Modéré e
Limitée
Opportunité pour plusieurs cultures
Grande
Intermédiaire
Non
Nécessité de nouvelles techniques
Oui
Non/Oui
Non
Semoir spécialisé
Faible
Modérée
Elevée
Besoins en fertilisants
Grande
Moyenne
Faible
Dépendance des herbicides
Modérée
Modérée
Meilleure
Réduction attaques insectes et parasites
Ind
épendan
tLarge
Large
Taille d'exploitation
Faible
Modérée
Grande
Besoin en main d'œuvre
Faible
Intermédiaire
Elevée
Consommation d'énergie
Non/Oui
Non
Non
Problème de fertilit E xcellente
Bonne
Moyenne
Conservation de l'eau
Meilleur
Modéré
Mauvais
Contrôle de l'érosion
Semis
direct
Labour simplifié
Labour classique
Critères
Tableau 4 : Comparaison entre le labour conventionnel, simplifié et semis direct

Sources : Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P: 6598, Rabat, http://agriculture.ovh.org
Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P:6446, Rabat. N°76/Janvier 2001

Chapitre 7
LE SEMIS DIRECT A L'ETRANGER 157

PREMIERS SUCCES DU SEMIS DIRECT AU MAGHREB - LE SEMIS DIRECT DANS LA CHAOUIA. PERSPECTIVE DE DEVELOPPEMENT DANS LE CADRE DU PMV – MAROC : Interview du responsable d'' 'AGriculture, ENvironnement et Développement pour l'Avenir'' - MACHINISME. Maroc : Un semoir innovant pour lutter contre l'érosion et la perte de fertilité des sols - TUNISIE : « COTUGRAIN » PARTENAIRE AGRICOLE POUR LE SEMIS DIRECT - TUNISIE : « COTUGRAIN » PARTENAIRE AGRICOLE POUR LE SEMIS DIRECT - L'EXPERIENCE ESPAGNOLE EN SEMIS DIRECT - No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy - **AUSTRALIE. Progression to No Till Farming Practices**

PREMIERS SUCCES DU SEMIS DIRECT AU MAGHREB.

Djamel BELAID 14.05.15 djam.bel@voila.fr

Depuis quelques années, le semis direct (SD) opère une percée spectaculaire dans les pays du Maghreb. Au Maroc, le centre de recherches agronomiques en zone semi-aride de Settat possède plusieurs années de références sur le sujet. En Tunisie, la société d'agro-fournitures Cotugrains distribue le matériel pour SD et va jusqu'à proposer des démonstrations dans les exploitations. En Algérie, suite au succès qui a suivi l'introduction des premiers engins pour SD, une association a été créée afin de promouvoir cette nouvelle technique. Mais à y regarder de plus près, il apparaît que ce sont surtout de grosses exploitations qui se sont appropriées le semis direct. Comment expliquer cela et à quelles conséquences s'attendre ?

SEMIS DIRECT ET TAILLE DES EXPLOITATIONS.

Au Maghreb, le SD a les faveurs des grandes exploitations. En Tunisie, un rapport de mission de l'ONG FERT1 permet une première approche de la situation.

- Mateur 700 ha 2 semoirs SD de 3 mètres « afin de pouvoir réaliser des semis précoces et à sec de préférences ».
- Mateur, Béja 198 ha SD depuis 6 ans. Céréales et ovins, pois-chiche, fenugrec. Blé dur, féverole, tournesol (98 ha à Béja)
- Mateur 350 ha Seuls 160 ha exploitables , le reste sert de parcours pour les ovins. Semoir John Deere combiné semences-engrais. Semoir en coopétarive (5 agriculteurs, chacun a le semoir durant 4 jours).
- El Krib 170 ha « Le SD sécurise les rendements en années sèches »
- Béja 135 ha SD depuis 2008 . Blé dur, P-chiche, féverole. Problème d'enfouissement des pailles en blé/blé.
- Mateur et sur Beja 257 ha SD dès 1999, totalité de la SAU en 2002.
- Mateur 200 ha SD en coopérative . Production de semences. Problème d'enfouissement de paille en blé/blé.

Selon le CIRAD (2006) « L'agriculture tunisienne est subventionnée : prix garantis (céréales et lait), crédits à l'investissement et à la production, subventions à l'investissement de modernisation. Cet environnement permet à quelques gros agriculteurs d'investir dans les semoirs spécialisés nécessaires au semis direct. Néanmoins, l'administration tunisienne est limitée dans la création et la diffusion des innovations agricoles. Dans le contexte tunisien, celles-ci se font plutôt grâce aux gros agriculteurs (pour ce qui concerne la grande culture, 100 ha et plus) qui deviennent alors le moteur essentiel d'une démarche d'innovation comme celle du semis direct ».

Au Maroc de grandes exploitations se sont équipées en SD. C'est le cas des domaines agricoles de Sidi Kacem2 (500 ha). Des essais ont eu lieu en 2005-06 et 2006-07 sur 10 ha. Ils ont été réalisés en collaboration avec la société Kuhn et ont été réalisés avec du matériel de location. Lors de la deuxième année d'essais a eu lieu un sécheresse précoce. En conduite traditionnelle avec labour les rendements ont été nuls; tandis qu'en semis direct les rendements ont été de 10 qx/ha. En 2007, 2 semoirs Kuhn de 2,8 m ont été achetés. Ils sont tirés par des tracteurs de 115 chevaux. Les semoirs combinent semences et engrais. Il a été calculé que la vitesse de travail est de 9,5 fois supérieure à la conduite conventionnelle.

En 2006-07, les essais de SD Kuhn, outre les 3 grandes exploitations des Domaines Agricoles ont également concerné une grande exploitation du Sud

du Maroc et une exploitation à Méknès (500 ha).

En Algérie, des semoirs de SD existent dans de grandes exploitations privées et des fermes pilotes du secteur public, notamment dans la région de Sétif.

Certaines exploitations privées en SD ont de 300 à 750 ha. Parfois, ce sont des conseillers agricoles français présents en Algérie qui ont initié cette conversion3. « *Médecin pédiatre réputé dans sa petite ville, S Habès est également l'un des trois associés de la société franco-algérienne Agrimatos (avec Hadj Messaoud Demmene Debbih et Michel de Denon). Ils importent du matériel agricole – un domaine où il y a beaucoup à faire en Algérie – des bovins à engraisser et d'autres biens agricoles au gré des opportunités. Mais il est aussi agriculteur, sur un bien qui avait appartenu à son grand-père, grand propriétaire foncier (...). Après des débuts difficiles, faute d'un accompagnement technique, il se vit aujourd'hui pleinement agriculteur avec des résultats plutôt honorables. Il exploite une superficie de 300 ha, dont 90% sont consacrés à la production de céréales, dans l'Est de l'Algérie (La Meskiana). Quatre vingts ha sont irrigués et toutes les cultures sont implantées en semis-direct. Les rendements en céréales cultivées en sec étant aléatoires dans cette zone semi-aride (10 à 30 qx/ha), le pilier de l'exploitation est en fait le mouton. Un cheptel de 300 brebis Ouled Djellal*».

- Exploitation Agricole Collective Dahel Nouari 300 ha Semoir SEMEATO Drill acquis en 2007 nécessité d'un tracteur de 250 CV. Essai semoir Syrien Ashbel développé avec l'ICARDA tiré par un tracteur de 65-80 CV.
- Exploitation Agricole Individuelle 25 ha 4 ans de pratique du SD (SEMEATO). Exploitant technicien machiniste.
- Ferme pilote Khababa 800 ha . Achat d'un SD Kuhn en 2010. Essai du semoir Syrien Ashbel.

A noter l'initiative de l'OAIC. Dans les unités motoculture de ses CCLS, 22 semoirs pour semis direct sont recensés.

GRANDES EXPLOITATIONS: UN ACCES PRIVILEGIE A L'INFORMATION TECHNIQUE.

Si le SD possède tant d'avantages, comment expliquer la résistance des conduites traditionnelles et notamment dans les petites exploitations ? C'est que le SD nécessite d'abandonner un paradigme : celui du labour. Or, pour tout agriculteur, le labour est un geste symbolique. Passer au SD nécessite donc mentalement de réaliser un saut qualitatif à la portée des seuls exploitants ayant accès à différentes sources d'information technique. Passé cet obstacle, il faut ensuite disposer d'un pulvérisateur et de la technique afin de procéder à un désherbage chimique. En effet, le labour permet (en cas de pluies automnales précoces) d'éliminer les mauvaises herbes. Or, le désherbage chimique reste encore peu pratiqué au niveau des exploitations.

Enfin, un autre facteur concourant au développement de ce type de pratiques dans les grandes exploitations réside dans la capacité à disposer des moyens suffisants afin de financer l'acquisition de semoirs étrangers dont les prix sont assez élevés.

GRANDES EXPLOITATIONS: AMELIORATION DES MARGES ET CONCENTRATION DES TERRES.

L'une des première conséquences du SD est la levée de l'incertitude climatique. En effet, avec le SD, comme l'humidité du sol est mieux valorisée, et cela même en année sèche, l'exploitant arrive à récolter jusqu'à 10 qx/ha contre 2 qx/ha en conduite conventionnelle.

Ces quintaux de grains et de paille récoltés par année de sécheresse ont une vertu parfois oubliée des cadres coupés des réalités du terrain : celle de permettre au céréalier de rentrer dans ses frais : semences, engrais, travail du sol. Conséquences, les revenus financiers divergent entre exploitations ayant opté pour le SD et celles restées en conduite traditionnelle.

Cette amélioration des revenus est par ailleurs favorisée par la baisse des charges de mécanisation et de main d'oeuvre que permet le SD. Là où traditionnellement, il fallait 6 heures pour implanter 1 hectare de blé, il n'en faut plus qu'un en SD. Et c'est jusqu'à 40 litres de carburants qui sont ainsi économisés pour chaque hectare de blé. REFERENCES – Maroc

Travailler 6 fois plus vite qu'auparavant permet de semer au moment optimum le blé mais permet également d'aller semer chez le voisin voire, prendre en gérance d'autres parcelles. En Espagne où le SD est connu depuis plus longtemps, des travaux universitaires ont montré que le SD a provoqué une concentration de la propriétét foncière dans les zones céréalières. En effet, la culture de blé en SD demandant moins de capital financier, cela a incité plusieurs propriétaires à investir dans la production de blé.

AU MAGHREB DES STRATEGIES DIFFERENTES SELON LES PAYS.

Toutes les essais agronomiques réalisées à ce jour le montrent : le SD sécurise les rendements, notamment en année sèche4. Pour les pouvoirs publics, il s'agit là du moyen le plus simple et le moins onéreux pour améliorer, stabiliser les rendements des petites exploitations et surtout rendre la culture des céréales plus rémunératrice sans qu'il soit nécessaire à chaque fois de subventionner massivement et toujours plus la filière céréales.

Partout au Maghreb de grandes exploitations ont rapidement investi dans cette pratique dans le double but de maximaliser les marges par la réduction des coûts de mécanisation et de lever le risque sur le capital investi par la sécurisation des rendements. Hormis avec l'irrigation, qui demande des moyens conséquents tant au niveau des pouvoirs publics qu'au niveau des exploitations, jamais la céréaliculture en Afrique du Nord ne s'était trouvée face à une telle opportunité d'amélioration de ses rendements tout en préservant un milieu naturel particulièrement fragile.

Plusieurs facteurs ont contribué à ce que ce soit de grandes exploitations qui s'équipent en premier : accès à l'information technique et moyens financiers importants. Si cette première phase du développement du SD sur de grandes exploitations peut s'expliquer par des facteurs objectifs, les pouvoirs publics ont intérêt dans une deuxième phase à faciliter l'acquisition de cette technique au niveau des petites exploitations.

Les stratégies de développement du SD varient selon les pays. Elles varient dans leurs formes et leur maturité. Au Maroc, l'accent a été mis sur la production locale d'un prototype de semoir conçu avec l'aide d'ONG françaises. Ce prototype est déjà bien avancé puisque plusieurs exemplaires sont présent dans des exploitations. Il présente l'avantage de coûter trois fois moins cher que le matériel importé. Cette démarche n'est pas fortuite. Elle survient après l'acquisition par le centre d'études de Settat de références sur le SD et une politique de coopération avec des organismes de développement US. C'est dans un tel contexte que la société Kuhn de semoirs pour SD a été encouragé à développer des essais.

En Tunisie, la voie de l'acquisition de semoirs étrangers est privilégiée. C'est le cas avec les imporations réalisées par Cotugrains. Afin de faciliter ces acquisitions d'un matériel coûteux, la voie de l'achat à plusieurs exploitations est encouragée. Sur le terrain, les action de l'Association pour une Agriculture Durable permettent de vulgariser l'utilisation du SD.

En Algérie, diverses voies existent sans qu'actuellement une d'entre elles ne soit privilégiée. Il ne semble pas exister de stratégie claire pour un secteur pourtant si stratégique. C'est ainsi qu'on note l'importation de divers types de matériel étranger : Kuhn, Semeato, Sola. En parallèle est testé le semoir syrien Ashbel. L'avantage de ce semoir, mis au point avec des experts de l'ICARDA, est de pouvoir être tiré par un tracteur de 80 ou voire même de 65 CV au lieu de 100 CV. Par ailleurs, des discussions semblent en cours au niveau de PMAT pour faire évoluer l'importation de semoirs SOLA5. En parallèle, l'acquisition de tels équipements est favorisée par une politique publique d'encouragement d'achat à plusieurs, de même que les unités « motoculture » des CCLS disposent de 22 semoirs pour SD. Il est à espérer que les pouvoirs publics, après avoir donné priorité à la fabrication de la première automobile Made in DZ se pencheront sur la fabrication locale de semoirs SD.

PERSPECTIVES DU SEMIS AU MAGHREB : UNE OPPORTUNITE HISTORIQUE..

Pour la première fois depuis leur indépendance, avec la technique du SD, les pouvoirs publics au Maghreb disposent d'un moyen efficace afin d'améliorer la production céréalière, la production de légumes secs et même de fourrages. A part au Maroc, on ne semble pas observer au Maghreb de stratégie nationale afin de développer le SD. En Algérie, c'est l'irrigation d'appoint des céréales qui est privilégiée6.

Avec l'irruption du SD, les pouvoirs publics se trouvent face à une double priorité. Il s'agit d'aider les exploitations à s'approprier un moyen efficace pour répondre à la demande croissante des populations en céréales. Par ailleurs, il s'agit de **favoriser l'accès des petites et moyennes exploitations** à cette technique afin d'éviter une plus grande concentration des terres avec son corollaire : l'exode rural et plus de bouches à nourrir dans les villes.

Cela passe par la mise à la disposition des exploitations de :

- différents types de semoirs pour SD : semoirs étrangers,
- mais également semoirs fabriqués localement. Bien que **moins sophistiqués** ce deuxième type de semoirs peut cependant **permettre de répondre agronomiquement** à la réussite de la céréaliculture en climat semi-aride.

LE SEMIS DIRECT DANS LA CHAOUIA. PERSPECTIVE DE DEVELOPPEMENT DANS LE CADRE DU PMV.

O. El Gharras 1, N. El Hantaoui 2 et A. El Brahli 3*

(D.BELAID 7.11.2014 Un très bel article sur les efforts réalisés au Maroc pour développer le semis direct. Sources: www.agriculturedumaghreb.com/agriculture/.../06politique_agricole.pdf).

Le Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settat entreprend depuis l'année 2000 un programme de recherche/développement sur le système du semis direct. Les techniques du travail du sol, longtemps considérées comme symbole de performance, étaient le seul moyen d'assurer un bon lit de semence, détruire les mauvaises herbes et enfouir les engrais. Ces travaux du sol répétés ont conduit au fil des années à :

- une réduction importante de la matière organique
- et la dégradation de la qualité physico chimique des sols.

Les sols en pente, **devenus de plus en plus vulnérables**, ont été exposés au phénomène érosif des pluies et des vents. Les graves conséquences s'observent sur les collines du pré-rif, dans la plaine de Saïs et Zaer ou encore dans la haute Chaouia. Techniciens et agriculteurs reconnaissent que les sols ne sont plus aussi fertiles et généreux qu'avant.

Ces travaux du sol, facteur d'accentuation de la dégradation du sol, sont désormais aujourd'hui remis en cause partout dans le monde.

Grâce au progrès technologique, en particulier dans le domaine de la mécanisation et la lutte contre les mauvaises herbes, l'agriculture de conservation, basée sur le semis direct, est aujourd'hui préconisée à travers le monde pour restaurer, protéger et rendre le sol, à nouveau, un milieu vivant **plutôt qu'un simple support** d'utilisation des d'intrants.

L'exemple éloquent est celui de l'agriculture en Australie aujourd'hui à 70% en système de semis direct (mêmes conditions agroécologique que le Maroc). C'est une nouvelle ère de « *l'agriculture écologique intensive* », un mode de production dont les objectifs essentiels sont la préservation des ressources (sol et eau) et leur utilisation efficiente. La réduction des coûts des intrants en particulier l'énergie, la main d'oeuvre, les semences et les engrais (Agriculture du Maghreb n° : 37 et 38), sont des avantages motivant la conversion des agriculteurs vers ce système.

D'autres avantages, notamment l'adaptation aux changements climatiques qui prédisent un rétrécissement de la période pluvieuse et une plus grande variabilité intra et inter annuelle, sont obtenus lorsqu'on adopte le semis direct.

- Dans cet article, on expose une démarche de R&D pour le déploiement de ce système dans la région de Chaouia auprès de quelques communes et chez une centaine d'agriculteurs.
- On présentera les résultats obtenus sur plus de 1300 ha et on donnera une vision de l'insertion de ce système dans le cadre de la stratégie du PMV.

Le développement de ce système de production

Il est reconnu, de par le monde, que la diffusion de ce système **est complexe**. Il ne s'agit pas de :

- **la diffusion et adoption d'une variété**, d'un type d'engrais ou d'herbicide,
- **mais du changement** de toute la gestion des cultures de même que les mentalités des agriculteurs, développeurs et décideurs.

La contrainte majeure de persuasion des agriculteurs à adopter ce système est surmontée par des essais de démonstration conduits chez les agriculteurs, **par eux même et sous leur responsabilité** dans différentes conditions de sols et de pluviométries. D'autres contraintes restent plus difficiles à surmonter :

• la disponibilité des semoirs spéciaux qui permettent de semer même en condition de sols secs et sans aucun travail préalable des sols, en conservant le maximum de résidus de paille en surface.

• les moyens humains et financiers pour assurer un encadrement de proximité des agriculteurs cibles tout au long du cycle des cultures et pendant plusieurs années afin de démontrer les effets bénéfiques sur le long terme.

Bref historique

Le système du semis direct a été introduit chez les agriculteurs dans la zone de la Chaouia dès 1997 dans le cadre d'essais de vérification en milieu réel conduit par l'INRA avec le financement de la Direction des Aménagements Fonciers (DAF). D'autres plates-

formes de démonstration en collaboration avec la DPV, la DERD, le conseil de la région Chaouia/Ouardigha ont été initiées à partir de la campagne agricole 2000 .

Les vérifications et démonstration ont été capitalisées depuis 2006 avec l'intervention de l'Autorité Arabe Agricole pour l'Investissement et le Développement (AAAID) qui a importé des semoirs du Brésil et a mis en marche les semoirs de semis direct SAT2000 développés par le laboratoire de machinisme au CRRA de Settat. Ainsi, de quelques dizaines d'hectares par an chez les agriculteurs, un programme d'action sur 900 ha a été établi en 2006-07 dans trois zones de la plaine de Chouia. Depuis, ce programme de R&D a été maintenu par l'INRA, suite à la demande de la DRA de Chaouia Ouardigha, avec l'ambition de développer un projet dans le cadre du Plan Maroc Vert (PMV) pour la diffusion du semis direct.

Approche méthodologique

Pour la campagne 2009-2010, huit semoirs du CRRA de Settat ont été mobilisés pour ce programme, dont 2 de fabrication Brésilienne (SEMEATO) et **6 de fabrication Marocaine** (SAT 2000). L'entretien des machines est assuré par le CRRA avant le démarrage de la campagne et pendant la campagne pour les nouvelles communautés. Cependant, les utilisateurs expérimentés assurent eux même toutes les taches de maintenances et d'entretiens des semoirs pendant la campagne. De ce fait, une formation des chauffeurs, aides chauffeurs et responsables des chantiers de travaux est dispensée dans le laboratoire de Machinisme agricole du CRRA de Settat. De même des équipes de suivis et d'encadrement sont constituées et formées afin d'assurer le bon déroulement des opérations et la réalisation des objectifs fixés.

Organisation

Le programme a concerné deux catégories de bénéficiaires, les agriculteurs innovateurs dans leur zone et les agriculteurs déjà organisés dans une structure active (Coopérative ou association). Une unité de service, constituée d'un tracteur et d'un semoir, et des chauffeurs supervisés par des responsables du programme qui avaient reçu une formation au CRRA de Settat. Chaque unité doit réaliser, dans une communauté expérimentée qui maitrise le système, en moyenne de 12 à 18 ha/jour. Par contre dans une communauté débutante la réalisation journalière est de 5 à 10 ha/jour.

Réalisation du programme

Les régions concernées par le programme sont détaillées dans le tableau suivant. Les cultures sont décidées en commun accord avec les agriculteurs concernés en fonction des besoins de l'exploitation, des conditions pédoclimatiques de la région et des exigences de la rotation dans le système de production à base de semis direct.

- Les blés sont en tête de liste avec près de 70% des superficies.
- Les autres cultures pratiquées sont, les mélanges fourragers à base de vesce/avoine ou vesce/orge, pois fourrager/avoine, la lentille, le pois-chiche, la coriandre, le fenugrec et la féverole.

Les semis ont démarré vers le 20 Octobre 2009 afin de satisfaire la demande et assurer un bon encadrement et suivi des travaux.

Résultats et performance du semis direct

La campagne 2009-10 a enregistré un record pluviométrique moyen de 640 mm. La saison pluvieuse a débuté de manière irrégulière et peu signifiante en septembre. Les pluies significatives ont accusé **un retard de 30 jours** et n'ont été généralisée qu'**après la mi-décembre** 2009, puis elles ne se sont plus arrêtées, si ce n'est des éclaircies de quelques jours qui offraient aux agriculteurs avertis juste le temps de réaliser les opérations d'épandage d'engrais et de désherbage. Par contre les taux d'humidité relativement élevés et les températures ont été favorables à l'infestation et la propagation des maladies avec des effets significatifs sur les rendements. La campagne a connu une pseudo-sécheresse en fin du cycle, sans grand effet sur la production. Les semoirs utilisés (Brésiliens et Marocains) ont tous permis l'installation des cultures dans de bonnes conditions et sans problèmes majeures. Aucun effet semoir n'a été rapporté par les opérateurs qui ont eu l'occasion d'utiliser les deux marques.

Cependant, il a été noté dans les parcelles semées fin octobre une germination sans possibilité de levée engendrées par les quelques millimètres de pluies qui survenaient à Berrechid et Mzamza au début du mois de novembre. Pour les céréales, les rendements ont varié de 15 à 35 qx/ha, avec un record de 50 qx/ha sur une parcelle d'orge à Ouled Saïd.

Les rendements des parcelles qui ont bénéficié d'un paquet technologique complet (variétés, semences, fertilisations, traitements des mauvaises herbes et des maladies) **ont dépassé de loin** ceux des agriculteurs les plus performants du voisinage. Les différences allaient du simple au double avec une irrégularité très

significative dans les champs conduits avec la pratique conventionnelle.

Les traitements herbicides et la fertilisation de couverture étaient les conditions de réussite pour cette campagne agricole. Les parcelles de semis direct **ne posaient pas de problème de délai d'accès aux parcelles** par rapport à celles labourées même dans le cas des sols lourds et profonds. En effet, du fait que les sols restent non perturbés et étant donné la bonne infiltration des eaux, **ils sont praticables deux jours après les pluies**.

Les parcelles de mélanges fourragers ont atteint des rendements moyens de 6 tonnes/ha de matière sèche récoltée soit plus de 10 tonnes de foins de très bonne valeur fourragère. Le résultat le plus marquant pour les agriculteurs réside dans l'**économie que le semis direct permet dés le démarrage de la campagne**, période exigeante en investissement et qui représente plus de 70% des besoins en capital (une économie qui peut atteindre 1000 dhs/ha).

En effet, en plus de la simplification des façons agricoles,

- les doses de semis pratiquées en semis direct sont de 100 à 120 kg/ha, **soit une réduction de 60 à 100 kg** de semences sélectionnées par rapport au système conventionnel.
- L'engrais de fond **est déposé dans le sillon sous la semence** ce qui permet une meilleure efficience. Le nombre de passage du tracteur sur la parcelle est réduit à un seul, ce qui constitue une réduction dans la consommation de carburant, de la main d'oeuvre, de l'usure et des frais d'entretien des équipements.

Perspectives de développement

Le système de semis direct offre une opportunité pour une mise en oeuvre de la stratégie du PMV qui repose sur l'agrégation des agriculteurs autour d'une chaine de valeur d'une filière. Il s'agit, dans ce cas, des céréales et des cultures pluviales en général (légumineuse, fourrage, PAM). En effet, qu'ils soient en pilier I ou pilier II, les agriculteurs adoptant le semis direct peuvent s'organiser autour d'agrégateurs qui pourraient:

- dans le cas du pilier I : mettre à leur disposition les semoirs (vente, leasing) et leur fournir l'encadrement et la valorisation des produits. C'est le cas de l'agriculteur de Berrechid (420 ha) qui produit des semences certifiées reconnues par la SONACOS pour leur bonne qualité.
- dans le cas du pilier II, l'agrégateur (qui a été déjà proposé à la DRA de Chaouia Ouardigha) offrira aux petits agriculteurs le service d'installation de la culture moyennant des unités de service qui évolueront en entreprise d'installation des cultures en semis direct.

L'agrégateur opérera auprès des coopératives et associations d'agriculteurs qui existent déjà dans la région, entre autre les anciennes coopératives de la réforme agraire, celles de la collecte du lait, l'association club des 40 et association AGENDA (agriculture environnement et développement pour l'avenir) dont les membres sont déjà impliqués dans ce système. Les retombées d'un tel système sont immédiats et n'imposent pas de grands investissements pour le budget de l'Etat. Les mécanismes de mise à niveau des agriculteurs sont faciles à mettre en place vu la dynamique que connait le secteur agricole par les structures et les mesures d'accompagnement prévues par le Plan Maroc Vert et par les avantages indéniables qu'offre ce nouveau mode de production.

Il serait temps de saisir cette opportunité offerte à la région de Chaouia Ouardigha pour en faire son projet de développement de l'agriculture bour qui constitue sa principale activité économique et qui la mettra au devant du progrès technologique.

Sources : Agriculture du Maghreb n°46 Octobre 2010

MAROC : Interview du responsable d'''AGriculture, ENvironnement et Développement pour l'Avenir''

Pour mieux comprendre les possibilités de développement du semis direct au Maroc, nous nous sommes adressés au Dr. Mohammed El Mourid, un des fondateurs de l'association AGENDA et coordinateur régional du Programme Afrique du Nord (NAP) ICARDA Tunis. AGENDA ''AGriculture, ENvironnement et Développement pour l'Avenir'' est une association à but non lucratif qui regroupe des agriculteurs, des chercheurs, des agents de développement et des professionnels du secteur privé. L'adhésion est volontaire et vise à rassembler les intervenants et les acteurs qui oeuvrent à l'amélioration de la productivité agricole par l'utilisation durable des ressources naturelles. Elle s'engage au partage des informations et des connaissances en s'appuyant sur les synergies et les complémentarités de ses membres.

Pourquoi une association de plus et quelle vision apportera-t-elle ?

A ma connaissance, il n'existe aucune association dans le domaine de l'agriculture de conservation au Maroc. AGENDA vise à promouvoir et faciliter l'information, l'échange des connaissances et l'établissement de partenariats pour l'adaptation et l'adoption des principes de l'agriculture de conservation au Maroc. Elle a également pour objectifs la protection de l'environnement à travers la conservation des ressources naturelles et la création des conditions favorables aux interactions écologiques de biodiversité.

Ces deux principes peuvent avoir un impact direct et positif sur la productivité agricole durable qui assure la rentabilité des investissements, la sécurité alimentaire, l'amélioration des moyens de subsistance et la lutte contre la pauvreté. L'association envisage de regrouper les agriculteurs adoptant ce système avec d'autres acteurs économiques pour ressortir un modèle de coopération, d'agrégation ou de création de petites entreprises de service. La vision d'AGENDA rejoint donc parfaitement la stratégie envisagée par le PMV en particulier pour l'agriculture pluviale de subsistance ne disposant pas de capacité d'investissement surtout lorsqu'il s'agit du moyen et long terme.

Quel est l'état de ces ressources aujourd'hui ?

Sans vouloir être alarmiste, depuis la mécanisation de l'agriculture, la mise en valeur intensive des sols est faite sans respect des conditions d'usage de ces machines. Ce sont les travaux du sol dans les conditions humides, dans le sens des pentes et l'usage du même type d'outils qui ont produit deux phénomènes importants qui sont interdépendants: l'épuisement de la matière organique du sol qui est à moins de 1% alors que c'est la principale matrice qui donne au sol ses qualités physico-chimiques et l'érosion. Nous sommes aujourd'hui devant des sols qui ne retiennent ni l'eau ni les éléments nutritifs. Dans les terrains en pente, ce manque de structure et de cohésion que permet la matière organique, couplé à leur exposition par les travaux du sol aux agents érosifs (eau, vent), ont conduit au phénomène de dégradation, qui ne permet plus une reproduction durable de l'agriculture intensive telle qu'elle a été connue au début de sa mise en valeur intensive.

Quelles sont les alternatives en particulier dans l'agriculture pluviale

Elles ne sont malheureusement pas nombreuses. La recherche agronomique, depuis la création du centre Aridoculture en 1982 à Settat, a été la première concernée par les changements climatiques. Les sécheresses des années 80 ont été le précurseur de l'orientation des programmes de la recherche pour trouver des solutions d'adaptation à ce phénomène vécu par le Maroc bien avant qu'on commence à parler du réchauffement climatique et des répercussions des gaz à effet de serre. Fort heureusement, aujourd'hui les techniques d'adaptation à ces changements sont aussi celles qui peuvent atténuer ou réduire le taux des gaz à effet de serre. Tout le monde se tourne vers les techniques de conservation vu ce qu'elles offrent comme possibilités de séquestration du carbone aussi bien pour les cultures que pour les forêts. Il semblerait que les résultats mettent beaucoup de temps pour être sur le terrain ?

C'est l'objet d'un grand débat à l'échelle internationale que je ne pourrai détailler maintenant, mais en ce qui concerne l'agriculture de conservation, il faut reconnaître que les technologies développées comme les variétés ou les recommandations sur la conduite que ce soit en fertilisation ou pesticides trouvent facilement leur chemin aux agriculteurs moyennant des journées d'information des sociétés d'agrofourniture (semences... etc). Par contre, lorsqu'il s'agit de changement de système où les effets ne sont perceptibles qu'à moyen à long terme, il faut plus d'imagination et de temps au développement des mécanismes d'adoption. L'implication des agriculteurs qui sont les premiers concernés au cours du processus de la création de l'innovation, est le moyen le plus rapide pour la promotion de ces technologies. L'implication des ONG, entre autres, peut jouer un rôle essentiel dans la promotion du progrès technologique.

Justement, quels rôles pourront jouer des associations comme AGENDA ?

Comme toutes les associations qui opèrent dans le domaine du développement, les objectifs généraux sont l'amélioration des revenus des agriculteurs, en particulier les classes les plus vulnérables à travers l'organisation, l'encadrement et la formation. Plus spécifiquement pour AGENDA, nous oeuvrons pour placer l'agriculture de conservation dans le centre des préoccupations aussi bien des agriculteurs concernés que des décideurs. Nous voulons contribuer à la capitalisation des efforts entrepris en permanence par la recherche. Désormais, révolu est le temps où les acteurs travaillaient séparément sans concertation et se rejetaient la responsabilité les uns sur les autres. Aujourd'hui, l'approche à adopter est celle du développement et de la diffusion participative qui intègre l'ensemble des composantes et des

intervenants dans le système. Les chantiers ouverts par le gouvernement sous l'impulsion de sa majesté Mohamed VI, que ce soit celui de l'INDH, le PMV ou la charte d'environnement nous interpellent pour joindre les efforts et surmonter les défis.

Contacts : AGENDA : Bp : 972, Settat / asso.agenda@gmail.com Tel : 0661193053/0668129575
*1Chercheur laboratoire de machinisme agricole CRRA – Settat. 2Directeur du Centre des Travaux de Settat. DRA-Settat. 3Consultant en agriculture de conservation.
Sources : Agriculture du Maghreb n°46 Octobre 2010 88-93

MACHINISME. Maroc : Un semoir innovant pour lutter contre l'érosion et la perte de fertilité des sols

Fert met en œuvre depuis 2010, en partenariat avec Afdi Touraine, un projet d'introduction de l'Agriculture de Conservation auprès de groupes de paysans marocains et maliens. « Regardez ! Ca marche ! Il sème le blé directement sans qu'on ait travaillé le sol ! » Telles étaient les réactions des paysans de la région de Had Bouhsoussen, dans le Moyen Atlas au Maroc, lors des premiers essais du prototype testé cet automne par l'équipe du projet mobilisée par Fert. Le principe du semoir SD/SCV est basé sur un concept très original et innovant du Cemagref (devenu Irstea), tombé dans l'oubli puis repris il y a quelques années par Afdi Touraine au Mali.

Le modèle testé au Maroc, spécifique pour les céréales, a été fabriqué en France à partir d'une réflexion menée par Fert et Afdi avec des ingénieurs de l'IAV de Rabat et de l'ENA de Meknes, en relation étroite avec les paysans et techniciens marocains concernés.

Ce prototype (12 rangs), **basé sur le principe de disques inclinés et poussés**, a l'avantage considérable par rapport aux autres semoirs «semis direct » classiques **de pouvoir être tiré par des tracteurs d'assez faible puissance** (70-90cv), le rendant ainsi accessible aux petits et moyens paysans, regroupés le cas échéant en coopératives comme c'est le cas ici à Had Bousoussen.

D'autres semoirs basés sur le même concept sont en cours d'essais au Maroc et au Mali dans le cadre de ce projet intitulé « *Conservation des sols et sécurité alimentaire : une préoccupation commune pour les agricultures paysannes du Maroc et du Mali* ».

Outre,

- **l'introduction de nouvelles cultures** dans les rotations (légumineuses, fourrages)
- **et le maintien d'une couverture** végétale sur le sol,
- **l'objectif du projet est de tester** et valider ces prototypes de semoirs avant de les diffuser et de favoriser leur reproduction locale afin que leur coût de fabrication soit à la portée des producteurs des pays du Maghreb et du Sahel.

TUNISIE : « COTUGRAIN » PARTENAIRE AGRICOLE POUR LE SEMIS DIRECT

(D. BELAID 13.10.2014. Une présentation des semoirs pour semis direct proposé par la société tunisienne Cotugrain. Cette société commercialise de nombreux semoirs. Elle n'hésite pas à faire des démonstrations chez les agriculteurs. Elle a ainsi vendu de nombreux semoirs parfois à 4 ou 5 agriculteurs qui ont acheté un semoir en commun. Nous vous recommandons vivement de rentrer en contact pour voir les modalités pour importer un semoir, devenir concessionnaire ou développer de la production locale de modèles simplifiés - voir nos articles sur ce sujet).
www.cotugrain.com/fr/_produit.php?id_cat=8

« Depuis 1999, la société "COTUGRAIN" à commencer la diffusion de la technologie du Semis Direct en Tunisie. Et elle a choisi de travailler avec le leader mondial de cet équipement la société Brésilienne "SEMEATO"(www.semeato.com.br). A la suite des excellents résultats enregistrés en Tunisie, ces deux dernières années "COTUGRAIN" et "SEMEATO" ont décidés détendre leur présence dans les pays Arabe, et en 2009, un accord three partite AGRIMATCO/ SEMEATO/ COTUGRAIN, à vue le jour. Cet accord et cette union de compétence réalisées avec le leader de l'agrofourniture dans le monde Arabe, "AGRIMATCO" permettra une diffusion de notre expérience auprès des agriculteurs Arabes et de mettre à leur disposition ce savoir faire en matière de Semis Direct et Zéro labour dans les zones Arides et Semis Arides.

Contacts: Cotugrain: Z.I Saint Gobain Megrine 2014 – Tunisie. Tél. : (+ 216) 71 42 63 13. Fax : (+ 216) 71 42 66 44 E-mail : cotugrain@gnet.tn

L'EXPERIENCE ESPAGNOLE EN SEMIS DIRECT

Volume 87, Issue 1, May 2006, Pages 19–27

Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. (Le NT améliore la rétention d'eau. D. BELAID 15.10. 2014)

P. Bescansaa, M.J. Imaza, I. Virtoa, A. Enriquea, W.B. Hoogmoedb

Abstract: Conservation tillage preserves soil water and this has been the main reason for its rapid dissemination in rainfed agriculture in semiarid climates. We determined the effects of conservation versus conventional tillage on available soil water capacity (AWC) and related properties at the end of 5 years of management on a clay loam calcic soil (Calcic Haploxerept) in semiarid northern Spain. No-tillage with (NTSB) and without stubble burning (NT), reduced chisel-plough tillage (RT) and conventional tillage with mouldboard plough (MT) were compared in rainfed barley monoculture. Bulk density (ρb), organic matter content (OM), soil water retention (SWR) at matric potentials of 0 to −1500 kPa, and soil water content (SWC) were determined in the driest year of the 5-year study period.

Soil OM in the upper 0.15 m was significantly higher (13%) under NTSB, NT and RT than under MT. Soil ρb in the upper 0.15 m under NT and NTSB was greater than under RT and MT, but at a depth of 0.15–0.30 m was greater under RT than under the other treatments. Reorganisation of pore sizes due to tillage treatments affected AWC. Under RT and MT the largest percentage of the total soil porosity was occupied by pores >9 μm (equivalent pore diameter), in accordance with lower ρb. Available water capacity was greater with NT than with RT and MT. Higher SWC under conservation tillage systems (NT, NTSB and RT) than under MT was attributed mainly to greater AWC and to the mulching effect of crop residues. Crop yield in the driest year of the 5-year period was lowest under MT whereas no differences among treatments were found over the 5-year period. Stubble burning did not affect AWC nor barley yield. Tillage had a greater impact on soil properties and on crop yield than crop residue management.

Soil and Tillage Research. Volume 95, Issues 1–2, September 2007, Pages 149–160

Economics of reduced tillage for cereal and legume production on rainfed farm enterprises of different sizes in semiarid conditions

V. Sánchez-Giróna, A. Serranob, M. Suárezc, J.L. Hernanzd, L. Navarretee e Instituto Madrileño de Investigación Agraria, Finca El Encín, Alcalá de Henares, P.O. Box 127, Madrid, Spain

Abstract : Rainfed crop yields are low in semiarid central Spain because precipitation is limited and highly variable. Under these circumstances, producers have to adopt alternative tillage systems that convey **a reduction in their unit costs of production** to offset the continuous decline in commodity prices. Farmers respond to this situation in essentially two ways:

- there is a growing interest in adopting reduced tillage systems for seedbed preparation,
- and a trend to enlarge enterprises by **acquiring more arable land** either as ownership or tenancy.

The objective of the present study was to assess, in semiarid conditions of central Spain, the economic feasibility of chisel ploughing (CP) and no-tillage (NT) systems compared to mouldboard ploughing (MP) for rainfed winter wheat (Triticum aestivum L.) and forage legume, either vetch (Vicia sativa L.) or pea (Pisum sativum L.), production on different farm sizes ranging from 100 to 1600 ha. A decision support system was used to solve for the least-cost machinery selection for each farm enterprise and tillage system considered.

No differences were observed in either wheat or forage vetch crop yields averaged across several years, irrespective of the tillage system used.

The economic performance was found to depend on the tillage system adopted and farm size. On average fuel consumption was 23% lower in CP and 62% in NT than in MP. Total variable unitary costs were 3.7 and 5.6% lower in CP and NT than in MP. The cost of herbicides in NT was €7.6 ha−1 year−1 higher than in MP and CP. Average unitary gross margins were 11.9 and 10.8% higher in NT than in MP and CP, respectively.

If revenues were considered similar in the three tillage systems, MP would still exhibit **the poorest economic results** in all farm sizes, while CP performance would improve NT values in farm sizes with 200 ha, or less, of arable land.

NT was clearly the **most profitable system** on farms with 400 ha or more of arable land. The 400 ha farm enterprise was observed to mark the breakeven point between the two reduced tillage systems, since up to

that size CP was found to provide a better economic performance than NT.

Soil and Tillage Research. Volume 78, Issue 1, July 2004, Pages 35–44

Economic assessment of three long-term tillage systems for rainfed cereal and legume production in semiarid central Spain

V Sánchez-Giróna, A Serranob, J.L Hernanza, L Navarretec

Abstract : Rainfed crop yields in central Spain are low because precipitation is limited and highly variable. Further, farmers must **minimise production costs** to offset the continuous decline in price of the commodities produced.

The objective of this 16-year work was to assess the economic feasibility of rainfed reduced (CP) and no-tillage (NT) systems compared to conventional-tillage (MP) for a winter wheat (Triticum aestivum L.)–vetch (Vicia sativa L.) rotation (WV) and a winter barley (Hordeum vulgare L.) monoculture (BM) system on a loam soil (Vertic Luvisol). The economic analyses compared gross margins in each rotation and tillage system and assessed the economic performance of a standard rainfed farm enterprise in central Spain based on 2001 input costs and product prices.

Although statistically similar, average gross margin for WV was 16% higher than for the BM rotation. Tillage method had no influence on gross margins when averaged across years and rotations; however, **gross margins tended to be higher for NT and CP than for MP.** Significant differences were observed for the tillage method by crop rotation interaction.

The highest **gross margin was earned with NT** in WV, followed by CP and MP in the same rotation. The lowest gross margins were earned with NT and MP in the BM rotation; whereas, gross margin for CP in BM did not differ from those earned with MP and CP in WV. On an annual basis, gross margins were significantly higher for WV than for BM in 5 of 16 years, similar in 9 years, and lower in 2 years.

The breakeven size of farm enterprise was 103, 93 and 105 ha for MP, CP and NT, respectively. The tillage system with the lowest profitability threshold was CP and that with the highest was NT. MP and NT had lower variable costs associated with machinery operation, but **NT also had higher herbicide costs**. In relation to total costs, machinery costs accounted for 19% in MP and for 16% in NT, while herbicide costs increased from 4.9% in MP to 8.8% in NT. Income variability or risk was similar or the three tillage systems.

The most marked difference among tillage systems was in the land area that a farmer can manage, **which was four times greater with NT** compared to MP, and 1.5 times greater with CP.

Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain

P. Bescansaa, M.J. Imaza, I. Virtoa, A. Enriquea, W.B. Hoogmoedb. Volume 87, Issue 1, May 2006, Pages 19–27

Abstract: Conservation tillage preserves soil water and this has been the main reason for **its rapid dissemination** in rainfed agriculture in semiarid climates. We determined the effects of conservation versus conventional tillage on available soil water capacity (AWC) and related properties at the end of 5 years of management on a clay loam calcic soil (Calcic Haploxerept) in semiarid northern Spain. No-tillage with (NTSB) and without stubble burning (NT), reduced chisel-plough tillage (RT) and conventional tillage with mouldboard plough (MT) were compared in rainfed barley monoculture. Bulk density (ρb), organic matter content (OM), soil water retention (SWR) at matric potentials of 0 to −1500 kPa, and soil water content (SWC) were determined in the driest year of the 5-year study period.

Soil OM in the upper 0.15 m was significantly higher (13%) under NTSB, NT and RT than under MT. Soil ρb in the upper 0.15 m under NT and NTSB was greater than under RT and MT, but at a depth of 0.15–0.30 m was greater under RT than under the other treatments. Reorganisation of pore sizes due to tillage treatments affected AWC. Under RT and MT the largest percentage of the total soil porosity was occupied by pores >9 μm (equivalent pore diameter), in accordance with lower ρb. **Available water capacity was greater with NT** than with RT and MT. Higher SWC under conservation tillage systems (NT, NTSB and RT) than under MT was attributed mainly :

- to greater AWC
- and to the mulching effect of crop residues.

Crop yield in the driest year of the 5-year period **was lowest under MT** whereas no differences among treatments were found over the 5-year period. Stubble burning did not affect AWC nor barley yield. Tillage had a greater impact on soil properties and on crop yield than crop residue management.

EXPERIENCE DU SEMIS DIRECT EN ITALIE

No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy

P. De Vitaa, c, E. Di Paolob, G. Fecondob, N. Di Fonzoc, M. Pisanted. 2006

Abstract : No-tillage (NT) is becoming increasingly attractive to farmers because it clearly **reduces production costs** relative to conventional tillage (CT). However, many producers in southern Italy are reluctant to adopt this practice because NT can have contrasting consequences on grain yield depending on weather conditions.

The effect of NT and CT on continuous durum wheat (Triticum durum Desf.) under rainfed Mediterranean conditions was studied, over a 3-year period (2000–2002) at two locations (Foggia and Vasto) in southern Italy. Yield, grain quality [thousand kernel weight (TKW), test weight (TW) and protein content (PC)] and soil water content were assessed.

Higher yield was obtained with NT than CT in the first 2 years at Foggia. In contrast, mean yield and quality parameters at Vasto were similar for the two treatments, except in the third year in which CT produced more than NT (4.6 Mg ha−1 versus 2.9 Mg ha−1). At Foggia, TW and TKW were higher in NT than CT in all years. Highest PC was obtained under CT (19.6% and 15.5% for CT versus 14.7% and 11.4% for NT, respectively, in the growing season 2000–2001 and 2001–2002) indicating that grain was shriveled with low starch accumulation.

At Foggia, where this study was part of a long-term experiment started in 1995, a **strong correlation was observed between yield and rainfall** during the wheat growing season. The coefficient of determination (R2) values for CT and NT were 0.69* and 0.31 ns, respectively, and the regression straight line crossed around 300 mm of rainfall.

These results indicate that NT was superior below this rainfall value, whereas more rainfall enhanced yield in CT. We conclude that **NT performed better at Foggia with limited rainfall** during the durum wheat growing season. The superior effect of NT in comparison to CT, was due **to lower water evaporation from soil** combined with enhanced soil water availability.

AUSTRALIE. Progression to No Till Farming Practices

Rick Llewellyn 2015

No-till farming practices are increasing right across Australia. Rick Llewellyn, of the CSIRO, discusses the adoption of no till farming in south Australia he talks to us about the benefits and constraints associated with developing a no till system. Throughout Australia, we're at very high levels of no till adoption and south Australia is up there.

A Surge in the Adoption of No Till Farming

It's had probably one of the more recent surges in no till adoption in the last 10 years whereas some areas of some states such as in WA that almost a plateau in several years before, but now we're at that plateau in several regions. But there's a few important factors to consider in South Australia and that it's not just how many farmers are using some no till but the extent of use.

Well, the rapid increase is due to farmers wanting to crop more land more quickly and save fuel, as well as conserve soil and the right machinery being available and the right herbicides being available to let them do that. Some of the main drivers is is how much information and learning is required to make the system work.

Factors to Consider Before Going No Till

There are a lot of different factors – weeds, disease, different crops, different machinery types, a whole range of factors that are important. And it's only when all those come together that people are ready to take the step and one found is that the availability of information and the consultants to help farmers take that step have been very important in not just taking the step but also in sustaining and developing a no-till system.

The benefits, in terms of the environment, are obvious and that's been a major sort of platform for farmers wanting to shift to this system. In terms of other drivers and all other benefits. It really is the opportunity to crop more intensively and respond to the potential profitability of more intensive cropping compared to older, more traditional farming systems

an no tillslet people crop more intensively, crop more often, whilst also building up soil.

Studies have shown a number of interesting things as well as the general increase. And now you've got several regions reaching a plateau in terms of the numbers of farmers using no till, and generally in Australia that's very high. Often it reaches a plateau up around 90%, where we here in the Mallee it looks like it's starting to plateau out around 70 to 80 percent, but you still see a lot of flexibility and that's a real important trait for the way the Australian farmers have used no-till.

Farmers Using a Mix of Cultivation and No Till

They're not sticking strictly to just using no till. I've seen a lot of farmers use cultivation where necessary so in certain seasons you do see it go up and down. And an example is when glyphosate herbicide prices peaked or really spiked several years ago. What you saw then is a shift back cultivation for farmers in some regions.

Not all regions, but in regions like this one here where farmers are still very flexible in their use of no till they're able to move backwards and forward as the need demands.There is a number of opportunities I think to allow farmers to use more no till than what they are currently doing. Of course the aim there is for farmers who want to be using no till and to help them reach that aim.

I'm not saying that no till is essential for everyone on all land by any stretch, but there are a lot of farmers out there who want to be using more than what they are doing. And the constraints are still common factors disease so I'm concerned about management of disease under constant till systems and the feedback from farmers is weed issues too, still being a constraint.

The main risk, I guess, in terms of these no till systems, is just relaxing and thinking the job's done and we've reached this very high level of adoption but it's a system that needs a lot of constant work to sustain in terms of the things I mentioned, such as disease and weed management and a range of other factors.

The important thing is to recognize there's still a lot of work to be done to sustain this system, in a way that gives farmers a bit benefits that they want from it, over the long-term

Chapitre 8
TRAVAILLER A PLUSIEURS 168

L'ASSOCIATION: UNE SOLUTION SOUPLE ET PERFORMANTE - LES REGLES DU JEU DE DEUX CUMA D'EURE-ET-LOIR

L'ASSOCIATION: UNE SOLUTION SOUPLE ET PERFORMANTE

Catherine Rieu, Patrick Retaureau, Jean-Paul Nicoletti 1998

(*Nous publions de larges extraites d'un article qui présente un cas concret de valorisation de l'équipement de deux exploitations. Ce type d'étude de cas est intéressant car il peut concerner des exploitations en Algérie. D BELAID 01.09.2015*).

Résumé : La mise en commun de matériel et/ou de main d'oeuvre constitue pour une exploitation **une façon souple et performante de s'adapter** à un contexte économique qui demande toujours plus de compétitivité. Travailler avec un ou plusieurs voisins implique comme condition sine qua non **l'aptitude des hommes à s'entendre** et la précaution de prendre des options de réversibilité des engagements pris. Moyennant cela et dans certaines conditions, l'association peut être la source de revenus supplémentaires dont il serait dommage de se priver. Cet article présente, de façon détaillée **un cas concret d'association** avec différents scénarios possibles d'évolution ainsi que la description par un agriculteur des règles de fonctionnement de deux Cuma d'Eure et Loir auxquelles il adhére.

Introduction:

Partage de matériel, travail en commun,..., s'associer avec un ou plusieurs voisins apparaît comme une solution efficace pour ajuster au mieux les facteurs de production. Cela peut se traduire dans certaines conditions par des gains de revenu même s'il faut garder à l'esprit les limites d'une telle démarche. Gros plan sur des cas concrets.

Pour adapter leur exploitation au contexte économique actuel, de plus en plus d'agriculteurs choisissent de s'associer avec un ou plusieurs voisins. La mise en commun soit de matériel, soit de main d'oeuvre, ou les deux à la fois, rend possible un meilleur ajustement des facteurs de production et peut procurer, dans certaines conditions, des revenus supplémentaires. La possibilité de travailler à plusieurs apporte aussi une sécurité très appréciée de tous.

Vu sous cet angle, l'intérêt de l'association est évident, cependant, il ne faut pas en ignorer les limites. L'aptitude des hommes à s'entendre et la réversibilité des engagements pris demeurent les facteurs prépondérants de la réussite des associations.

D'autre part, les associations peuvent prendre des formes très variées, tant sur le plan juridique qu'organisationnel, et il n'est pas toujours facile d'estimer a priori leurs avantages et leurs inconvénients potentiels. Pour illustrer ce propos, voici deux exemples, le GAEC de Chantecaille et le témoignage d'Antoine Minard.

L'exemple du GAEC de Chantecaille.

A l'origine, Philippe Lorjou et Marc Gerrier travaillaient sur deux exploitations voisines de la région de Blois. Ces exploitations **présentaient de fortes similitudes**, en terme de surfaces, de types de sol, de productions, de parcs de matériel. Les ressources en main d'oeuvre étaient identiques, soit deux UTH par exploitation, Philippe Lorjou travaillait avec son père Guy et Marc Gerrier avec son frère.

Ces deux familles **se connaissent depuis longtemps** et entretiennent des relations amicales, se rendant service à l'occasion. Mais c'est un événement précis, le départ en retraite du frère de Marc Gerrier, qui a provoqué la fusion de ces deux exploitations et la création du GAEC de Chantecaille qui couvre 290 ha. Aujourd'hui, le travail (à base de labour) est assuré par les trois actifs restants qui utilisent **un parc de matériel résultant de la fusion** des deux parcs d'origine.

Atouts et faiblesses du GAEC aujourd'hui

Le GAEC se caractérise essentiellement par :

- un assolement (figure 1) avec une forte proportion de paille, soit les 2/3 de la surface,
- des sols avec des potentiels moyens,
- un parc de matériel «classique» en 3 m, en propriété, né de la «refonte» des deux parcs initiaux. Il n'est donc pas, à ce jour, optimisé,
- une part importante de la surface implantée sans labour (39 %). En effet, les colzas, les blés de colza et les blés de pois sont implantés après un travail superficiel réalisé avec des outils «classiques» à dents ou à disques.

La charge en travail des actifs est acceptable Les heures de traction qui représentent classiquement

moins de 50 % des heures de travail totales atteignent plus de 2 000 h par an pour les trois actifs (soit 673 h/UTH).

On admet par ailleurs que la saturation de la main d'oeuvre est atteinte pour 850 h de traction par UTH et par an, soit 2 550 h par an pour les trois actifs. A Chantecaille, les difficultés viendraient plus de **l'inégale répartition de la charge de travail sur l'année** puisque 80% des heures de traction sont réalisées durant le deuxième semestre de l'année.

Les résultats économiques du GAEC sont jugés satisfaisants par les intéressés La marge directe (1) moyenne du GAEC, calculée sur plusieurs années, atteint 4343 F par ha. Les associés remarquent d'ailleurs que **cette marge a progressé depuis leur association**. En effet, elle n'était que de 4 000 F par ha environ sur chacune des exploitations d'origine.

L'influence du climat

Le risque climatique propre à cette région et aux types de sols du GAEC peut être caractérisé par les surfaces en blé semées après le 20 novembre (date limite que se fixent les associés pour terminer les semis de blé).

Sur les 20 dernières années climatiques(2), il y en a six pour lesquelles on observe des implantations après cette date butoir. Les surfaces semées en retard **vont de 10 à 46 ha** selon les années. Sachant que le GAEC doit emblaver, tous les ans, 138 ha de blé, les surfaces semées après la date butoir représentent **en moyenne 7 % de la surface** en blé.

Le risque climatique est donc **jugé ici, relativement élevé**. Premier scénario : conservation du labour et adaptation du parc de matériel Comme chacun sait, le labour est une opération culturale **exigeante en temps**. Si les associés souhaitent conserver demain le labour dans les mêmes proportions qu'aujourd'hui (61 %) tout en ayant un actif de moins, il est nécessaire de **reconsidérer le parc de matériel.** En effet, face à une diminution du nombre d'actifs, les matériels actuels s'avèrent trop nombreux et les outils de travail du sol (en 3 m) ont des débits de chantier limitants.

Les principales modifications du parc de matériel à envisager seraient :

- la revente des deux charrues du parc actuel (de 3 et 4 corps) et le rachat d'une charrue 5 corps,
- le changement du Covercrop actuel de 3 m contre un de 4,5 m,
- le changement du vibroculteur actuel de 4.5 m contre un de 6 m,
- le remplacement des deux combinés (herses rotatives et semoirs de 3 m) par un combiné de 4 m.

Les tracteurs sont également adaptés en nombre (de 4, ils passent à 3) et en puissance, le tracteur de tête est redimensionné de 100 cv à 140 cv.

De même, les bennes passent de quatre à deux, mais leur volume global reste inchangé. L'évolution de la charge de travail des deux actifs restants. Les heures de traction réalisées par les deux actifs atteindraient 349 h par an, soit 670 h de moins que dans la situation actuelle. Rappelons que le maximum théorique pour les heures de traction seraient de 1 700 h pour deux UTH (850 h/UTH/an x 2). On remarque aussi, **malgré la diminution de la main d'oeuvre,** que les heures de traction réalisées par chaque actif seraient comparables à celles de la situation actuelle, c'est-à-dire 674 h/UTH/an.

Cette diminution des heures de traction serait due uniquement **à l'augmentation des débits** de chantier des nouveaux outils, plus larges et plus puissants, puisque les itinéraires techniques n'ont pas changé. En moyenne un hectare **consommerait 4,7 h de traction contre 7 h** dans la situation actuelle.

Dans cette hypothèse, l'amélioration des débits de chantier compense très précisément la diminution des ressources en main d'oeuvre. L'évolution des résultats économiques du GAEC . La marge directe moyenne progresserait de 330 F par ha en moyenne. Ce gain viendrait pour moitié/

- de la diminution des charges de mécanisation(3), malgré les adaptations du parc de matériel,
- et pour l'autre moitié de la diminution du coût de la main d'oeuvre de traction.

L'influence du climat reste inchangée

Le risque climatique reste inchangé dans cette hypothèse et demeure donc relativement élevé. En effet, l'efficacité du nouveau chantier de semis (138 ha de blé) serait comparable à celle de la situation actuelle. Voyons pourquoi :

Dans la situation actuelle, les implantations des blés sont réalisées par trois actifs qui labourent (quand il y a labour) avec deux charrues (3 et 4 corps) et qui sèment avec deux combinés (herses rotatives et semoirs) de 3 m. Donc, ce chantier dispose de plus de personnel et de plus de matériels
qui présentent des débits de chantier limités.

Dans le scénario, les implantations sont réalisées par deux actifs qui labourent (quand il y a labour) avec une seule charrue (mais de 5 corps) et qui sèment avec un seul combiné (mais de 4 m). Donc, ce chantier dispose de moins de personnel et de moins de matériels, mais avec des débits de chantier plus performants.

En résumé pour ce premier scénario. **Cette hypothèse est positive** dans son ensemble. Elle permettrait bien au GAEC de Chantecaille de fonctionner avec une personne en moins, car :

- **la charge de travail** des actifs restants serait équivalente à celle d'aujourd'hui (compensation par les débits de chantier plus rapides des nouveaux matériels de travail du sol et de semis),
- **les résultats économiques** progresseraient de plus de 300 F par ha en raison d'un meilleur ajustement de la main d'oeuvre et du matériel,
- seul, **le risque climatique** resterait préoccupant.

Le choix d'un nouveau matériel **permettrait juste de compenser le départ** d'un des trois actifs, mais n'améliorerait pas les temps d'implantation. Le risque, certaines années, d'implanter tardivement des blés serait équivalent.

Deuxième scénario : simplification du travail du sol

Pour palier la diminution de la main d'oeuvre, la suppression du labour et la simplification du travail du sol **apparaissent comme des solutions «attrayantes»**. Mais, techniquement, il y a de nombreux choix possibles qui peuvent correspondre à des matériels très différents. P. Lorjou et M. Gerrier sont plus particulièrement intéressés par deux outils spécifiques du non labour, le Horsch et le SD 3000.

Dans les deux cas, la simplification du travail du sol, qui porte sur la totalité de la surface du GAEC, **nécessite de désherber les parcelles, pendant l'interculture,** avec des produits totaux, voire de renforcer le programme de désherbage de certaines cultures. Le coût engendré par ce désherbage supplémentaire (mécanisation et intrants) est pris en compte dans les résultats présentés ici.

Les principales modifications du parc de matériel à envisager

Le Horsch est un outil qui réalise **la reprise et le semis en même temps**. De ce fait, les implantations peuvent être réalisées en un seul passage. Cela impliquerait la revente de tous les outils «classiques» de travail du sol et de semis et leur remplacement par un Horsch de 3 m de large. Les bennes devraient également être adaptées en nombre (de 4 à 2) ainsi que les tracteurs (de 4 à 3) ; un tracteur de tête de 160 cv serait nécessaire. Le SD 3000 peut être utilisé directement sur chaumes, mais les agriculteurs préfèrent réaliser un travail superficiel avec le Covercrop ou le vibroculteur pour préparer le passage du semoir.

De ce fait, ces outils seraient conservés. Les autres outils de travail du sol et de semis seraient revendus et remplacés par un SD 3000 (de 3 m). Par contre, un tracteur de tête de 140 cv serait suffisant.

L'évolution des résultats techniques et économiques

La simplification du travail du sol permettrait de diminuer les heures de traction, dans des proportions considérables, comparé à la situation actuelle :

- w de 1100 h avec le Horsch, (soit 3,2 h/ha de traction, contre 7,0 h/ha aujourd'hui),
- w de 1 000 h avec le SD, (soit 3,5 h/ha de traction, contre 7,0 h/ha aujourd'hui).

Au plan économique, c'est avec le SD que la marge directe progresserait le plus (+ 500 F/ha) contre (+ 350 F/ha) pour le Horsch. Les charges de mécanisation passeraient de 1 550 F/ha à respectivement 1 300 F/ha pour le Horsch et 1 214 F/ha pour le SD.

L'influence du climat : le facteur à prendre en compte

Avec le Horsch, le risque climatique resterait élevé, toujours autour de 7%. Ceci est dû aux caractéristiques de l'outil. En effet, les cultivateurs rotatifs (à axe horizontal) ont l'avantage de réaliser deux opérations à la fois (reprise et semis), mais ils ont aussi pour cette raison des vitesses d'avancement moins élevées qu'un semoir de type semis direct. Avec le SD, **le risque climatique diminuerait** quelque peu (4%, contre 7% actuellement). La différence du niveau de risque atteint par ces deux types de simplification vient essentiellement de la différence des débits à l'implantation :

- avec le Horsch en 3 m = 0,76 h par ha,
- avec le SD en 3 m = 0,40 h par ha.

En résumé pour ce deuxième scénario : **Cette hypothèse est très positive** dans son ensemble. Elle permettrait également au GAEC de Chantecaille de fonctionner avec une personne en moins, car :

- **la charge de travail** des actifs restants serait très réduite par rapport à aujourd'hui (réduction très importante des temps d'implantation),
- **les résultats économiques** progresseraient de 350 F (Horsch) à 500 F (SD) par ha en raison d'un meilleur ajustement de la main d'oeuvre et du matériel, w mais, c'est le risque climatique qui pourrait faire la différence entre les deux types de simplification.

En effet, **le choix de la simplification avec le SD permet d'implanter plus vite** et donc de mieux valoriser les jours disponibles de semis à l'automne (80% de la sole est implantée en automne). Cependant, la mise en oeuvre de la simplification du travail du sol, sur toute la surface du GAEC, avec des outils spécifiques, de type Horsch ou des semoirs pour semis direct, oblige les agriculteurs à acquérir la maîtrise d'une nouvelle technique. L'équilibre du système de cultures peut être perturbé de façon plus ou moins durable. Ces aspects techniques ne doivent pas être sous-estimés car ils sont parfois à l'origine de certains échecs.

Pour conclure :

La création du GAEC de Chantecaille, à partir des deux exploitations Lorjou-Gerrier, a permis de faire face au départ de l'un des quatre actifs, tout en améliorant le résultat économique. Le départ d'une deuxième personne du GAEC semble pouvoir être compensé,

- soit par **le redimensionnement** du parc matériel en labour,
- soit par **la simplification** du travail du sol.

Dans tous les cas, **la faisabilité technique des solutions est indéniable**, les heures de traction étant, dans les trois scénarios traités, inférieures ou équivalentes aux heures de traction actuellement réalisées.

L'efficacité économique progresse également de façon conséquente **de 300 à 500 F/ha** par rapport à la situation actuelle. Ce cas portant sur une situation bien réelle présente des résultats tout à fait positifs et de ce fait, encourageants pour les candidats à l'association, mais attention, toutes les associations ne sont pas couronnées de succès. Pourquoi ?

- L'association, sans rien changer, apporte peu de choses sur le plan technique et économique, même si, sur le plan humain, on trouve plaisir à travailler ensemble !...
- L'association est un progrès si elle permet un meilleur ajustement des moyens qu'ils soient humains ou matériels.
- Elle doit permettre aussi de progresser si l'organisation des hommes accroît l'efficacité du système de production, notamment au moment des pointes de travaux.
- Enfin, c'est un plus, si elle diminue le risque lié à l'indisponibilité accidentelle d'un actif.

Souvent l'association est une étape permettant des adaptations de structure en «douceur » par rapport à celle que peut envisager un agriculteur seul. La recherche d'une plus grande compétitivité amènera toujours les exploitants, seuls ou à plusieurs, à optimiser leurs moyens de production. Les associations n'échappent bien sûr pas à cette règle.

Sources : Perspectives Agricoles - n°234 - Avril 1998

LES REGLES DU JEU DE DEUX CUMA D'EURE-ET-LOIR

Catherine Rieu, Patrick Retaureau, Jean-Paul Nicoletti 1998

Antoine Minard, agriculteur à Theuvy Achère (Eure-et-loir) nous a expliqué comment fonctionnent les deux CUMA auxquelles il adhère. Les règles mises en place responsabilisent chacun des membres et les principes de gestion retenus sont si rigoureux qu'ils laissent peu de place au hasard et à l'improvisation.

Présentons ces deux CUMA .

La CUMA de Chemins Croisants est une CUMA d'implantation. Elle concerne cinq exploitations couvrant une SAU totale de 771 ha et **sept actifs y sont impliqués**. A l'origine, le parc matériel de la CUMA a été essentiellement constitué à partir de matériels présents dans les différentes exploitations. Il a fallu réaliser de nouveaux investissements (charrue 10 corps, covercrop 6 m, combiné 4 m, distributeur d'engrais 3 000 l). Mais, en contrepartie, un bon nombre de matériels devenus inutiles ont été revendus individuellement.

Les implantations sont réalisées par deux équipes de deux personnes (l'une labourant avec une charrue de 10 ou 7 corps, l'autre semant en 4 m ou 3 m). Les trois autres personnes sont dégagées pour se consacrer aux betteraves, aux labours de coins de champ, à l'approvisionnement des chantiers et aux remplacements pendant les repas.

En 1995, année où 100 % de la surface a été labourée, les implantations ont été menées au rythme de 3 h/ha, ce débit incluant le temps effectif sur parcelle, mais aussi l'approvisionnement du chantier, l'entretien du matériel, le traitement de la semence.

Quant aux priorités d'intervention, chez l'un ou chez l'autre, elles sont dictées par le précocité des variétés semées. Ce dispositif s'accompagne d'une comptabilité de la charge de travail fournie par chacun à la CUMA. Cette comptabilité relève d'une mécanique très pointue qui intègre :

- **la qualité du parcellaire** : chaque parcelle s'est vue attribuer un coefficient caractérisant sa taille, son niveau de morcellement.
- **la nature de l'opération** : chaque opération a été dotée d'un coefficient fonction de la complexité de mise en oeuvre.

Ainsi, une opération semis/herse a un **coefficient égal à 1** alors que l'opération semis/herse/covercrop a un **coefficient de 1,7**. Le produit de ces deux coefficients donne une idée de la charge de travail fournie par chacun et sert de base à la régularisation après calcul d'un solde. Cette règle peut sembler complexe mais, admise par tous, elle épargne le comptage fastidieux des heures effectivement passées parcelle par parcelle et permet une rémunération jugée équitable de chaque tâche réalisée. A. Minard estime que l'économie réalisée grâce à la mise en place d'une telle organisation est d'environ 600 F/ha en système betteraves.

La CUMA de la Vallée deVaucourt est une CUMA récolte qui compte deux exploitations de plus que la CUMA implantation. Au total, plus de 1000 ha sont récoltés dont la plupart entre le 20 juillet et le 31 août (hors escourgeon). L'emploi du temps des **dix actifs** figure sur un **planning bâti en commun.** Il établit/

- la liste des tâches à assurer
- et les horaires à respecter par chacun.

Deux moissonneuses-batteuses (240 cv et 260 cv) et six bennes sont mobilisées quasiment simultanément. Les actifs dégagés des activités de conduite assurent l'intendance, l'accueil des bennes ou encore veillent à l'irrigation. Deux d'entre eux, polyvalents, jouent les «remplaçants» pendant les pauses ou assurent une fonction de «dépanneur» en cas de problèmes. Une telle organisation permet de récolter 4 ha/heure et repose sur les règles de priorité suivantes :

- la récolte commence dans l'exploitation où la maturité du blé le permet,
- ensuite, chaque soir, le pourcentage récolté dans chaque exploitation est calculé et le lendemain, on intervient dans l'exploitation dont le pourcentage récolté est le plus faible.

Bien sûr, les heures travaillées donnent lieu à rémunération (80 F/h) et l'opération récolte est facturée (345 F/ha). Les adhérents se félicitent de ces orientations prises il y a quelques années et considèrent que travailler de nouveau seul reviendrait à régresser. Au-delà de l'intérêt économique évident de l'organisation adoptée, ils apprécient l'état de réflexion permanent qui règne au sein de leur équipe et qui permet de progresser. Les thèmes débattus sont nombreux :

- peut-t-on supprimer plus souvent le labour ?
- comment améliorer la performance des chantiers et descendre au dessous de 3 h/ha lors des implantations ?

Et puis leur groupe n'est pas figé : il est envisagé d'accueillir de nouveaux adhérents avec pour conséquence la remise à plat de l'organisation actuelle et la reconsidération du parc de matériel.

(1) La marge directe est obtenue à partir de la marge brute à laquelle on retranche les charges de mécanisation et le coût de la main d'oeuvre (heures sur parcelles uniquement estimées à 80 F/h).
(2) A partir des 20 années climatiques de la station météorologique de Bricy (1977 à 1996).

Sources : Perspectives Agricoles - n°234 - Avril 1998

.