

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AGRICULTURE DE CONSERVATION

M. FENNI et Y. MACHANE

Laboratoire de valorisation des ressources biologiques naturelles, Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas,
Sétif 19000, Algérie. fennimo@yahoo.fr

Résumé

L'agriculture algérienne fera face à de nombreux défis au cours des prochaines décennies. La dégradation des ressources naturelles exercera des pressions énormes sur la sécurité alimentaire de la population en croissance. Ces conditions pourraient être aggravées par les changements climatiques. Un stress thermique supplémentaire réduira les rendements d'une manière significative, surtout dans les zones où les cultures sont déjà près de leur tolérance thermique maximale. Le régime des précipitations et le cycle hydrologique seront affectés. Des régions exposées à la sécheresse risquent de connaître des périodes sèches plus longues et plus rigoureuses ce qui provoquera une diminution de l'humidité des sols et une érosion accrue. Des approches nouvelles dans la gestion durable des ressources naturelles utilisées en agriculture sont nécessaires, elles pourraient contribuer à réduire les émissions des gaz à effet de serre, diminuer les coûts de production et améliorer les rendements. L'agriculture de conservation est l'une de ces approches, elle vise des systèmes agricoles durables en associant le travail minimal du sol, l'utilisation des rotations culturales et le maintien d'une couverture permanente du sol. L'agriculture de conservation contribue à la préservation de l'environnement et la réduction la variabilité inter-saisonnière des rendements dans les zones à faible pluviométrie, principalement en limitant la baisse des rendements durant les années sèches. Le semis direct est un élément important de l'agriculture de conservation, cette technique réduit la perturbation du sol, améliore l'efficacité d'utilisation de l'eau, enrichit le sol en matière organique et limite l'érosion. L'accumulation de la matière organique permet de diminuer l'utilisation des engrais chimiques, d'améliorer les propriétés biologiques du sol et de séquestrer le carbone. Aujourd'hui, l'agriculture sans labour est utilisée sur environ 70 millions d'ha, soit environ 5% des terres cultivées dans le monde.

Mots clés : Climat, agriculture de conservation, semis direct, ressources naturelles.

Abstract

CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURAL CONSERVATION

Algerian agriculture will face many challenges over the coming decades. The degradation of natural resources will exert an enormous pressure on the food security of the population growth. These conditions could be aggravated by climate change. Added to this, heat stress will reduce yields significantly, especially in areas where crops are already near their maximum heat tolerance. Rainfall patterns and the hydrological cycle will be affected. The drought-prone regions may experience longer dry periods and more stringent which will cause a decrease in soil moisture and increased erosion. New approaches to the sustainable management of natural resources used in agriculture are necessary; they could reduce emissions of greenhouse gases, reduce production costs and improve yields. Conservation of agriculture is one of these approaches; it seeks sustainable farming systems by combining minimum tillage, using crop rotation, and maintaining a permanent soil cover. Conservation farming helps to preserve the environment and reducing inter-seasonal variability of yields in low rainfall areas, mainly by limiting the decline in yields during dry years. Direct seeding is an important component of conservation agriculture; this technique reduces the disturbance of the soil, improves the efficiency of water use, enriches the soil with organic matter and reduces erosion. The accumulation of organic matter reduces the use of chemical fertilizer, improve soil biological properties and sequester carbon. Today, no-till farming is used on about 70 million ha, or about 5% of cropland in the world.

Keywords: Climate, Conservation agriculture, direct seeding, natural resources.

Introduction

Les céréales d'hiver constituent les principales spéculations en Algérie. La rotation céréale - jachère occupe chaque année près de 80 % de la superficie agricole utile. Le rendement moyen annuel varie entre 5 et 10 quintaux par hectare. La situation de la céréaliculture est très difficile, sa production n'a que peu augmenté depuis l'indépendance et aujourd'hui elle ne nourrit qu'un algérien sur trois. Les conditions naturelles, surtout d'ordre climatique, impriment au secteur agricole algérien son caractère particulier, et déterminent en grande partie le paysage rural ainsi que la production de telle ou telle plante. Le modèle MAGICC estime pour l'Algérie un réchauffement de l'ordre de 1°C entre l'année 2000 et l'année 2020 accompagné d'une fluctuation de la pluviométrie avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 % sur le court terme (Lakhdari, 2009). L'accroissement des températures et la fluctuation des régimes pluviométriques auront des conséquences néfastes et directes sur l'agriculture du pays. Dans cet article, la première partie met en relief la liaison entre l'agriculture et l'effet de serre. La seconde partie expose les avantages de l'agriculture de conservation en matière d'effet de serre.

1. Effet de serre

Tableau 1. Les gaz contribuant au renforcement de l'effet de serre.

Table 1. *The gases that contribute to strengthening the greenhouse effect.*

CFC + HFC + SF4*	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	Gaz
2,2	12,4	12,4	69,9	Contribution en %

* Appelés hydrocarbures halogènes et autres gaz persistants tels que l'hexafluorure de soufre.

* *Known as halogenated hydrocarbons and other persistent gases such as sulfur hexafluoride*

2. Contribution de l'agriculture à l'effet de serre

Depuis les années 1970, les premiers signes des perturbations de l'équilibre des milieux naturels liés au changement climatique sont observés. L'agriculture constitue un secteur particulièrement

L'effet de serre est un phénomène naturel. L'atmosphère laisse passer les rayons du soleil mais retient la chaleur accumulée principalement par la vapeur d'eau et le CO₂, présents naturellement dans l'atmosphère. L'énergie retenue augmente la température à la surface de la terre et la maintient autour de + 15°C, sans cet effet de serre, notre planète aurait une température moyenne de - 18°C (Hufty, 2001). Depuis l'ère industrielle, ce phénomène est amplifié par les activités humaines qui ont provoqué un effet de serre supplémentaire augmentant le réchauffement global. Dans son premier rapport, publié en 1990, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), créée en 1988 conjointement par l'organisation météorologique mondiale et le programme des nations unies pour l'environnement (PNUE), annonçait déjà les menaces que les activités humaines faisaient courir au climat. Ce rapport a contribué à l'élaboration de la Convention cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) signée en 1992 lors du sommet de Rio de Janeiro.

Les principaux gaz à effet de serre (GES) sont le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde nitreux (N₂O) et le méthane (CH₄) (Tableau 1).

sensible. Elle contribue pour 16% des émissions de gaz à effet de serre (Tableau 2), subit l'impact des changements climatiques et peut aussi contribuer par certaines pratiques à la réduction de ces gaz dans l'atmosphère.

Tableau 2. Contribution des activités humaines aux émissions de gaz à effet de serre.

Table 2. *Contribution of human activities to emissions of greenhouse gases.*

Déchets et autre	Energie	Agriculture	Bâtiment	Industrie	Transport	Activités humaines
04	13	16	20	21	27	Contribution En %

Le carbone est l'élément essentiel de la vie, il se trouve en grande partie dans les océans, mais également dans les sols et la végétation. La décomposition de la matière organique libère du CO₂ dans l'atmosphère, une partie est stockée dans le sol (Rasmussen et Parton, 1994). Le dioxyde de carbone est actuellement responsable de plus de 60% de l'effet de serre. L'agriculture contribuerait pour 75 % des émissions en N₂O par la transformation des

3. Impact de l'effet de serre sur l'agriculture

La température moyenne de la surface de la terre a augmenté entre 0,6 et 0,9°C depuis 1860 (Anonyme, 2001). Le Troisième Rapport d'évaluation du GIEC (2001) donne une vision convaincante des conditions qui prévaudront probablement sur la Terre à la fin du XXI^e siècle, avec un réchauffement mondial de 1,4-5,8°C influant sur le régime des systèmes météorologiques, les ressources en eau et le cycle des saisons. Les zones climatiques pourraient se déplacer verticalement vers les pôles, perturbant les écosystèmes vulnérables. Les simulations effectuées, par L'INRA de France (2003), pour évaluer l'impact sur les grandes cultures montrent une tendance au raccourcissement des cycles de culture et une augmentation de la vitesse de croissance. Les arbres fruitiers verraient leur floraison arriver plus tôt. Cette évolution augmente les risques de dégâts du gel

4. Adaptation de l'agriculture au

Changement climatique

La vulnérabilité correspond aux effets nocifs

produits azotés dans le sol et 50 % des émissions de CH₄ dont la production est liée aux phénomènes anaérobies de la fermentation des matières végétales (rizières) et lors du transit digestif des ruminants. L'augmentation de sa production est due d'une part au développement de la population humaine et d'autre part au développement de l'agriculture.

printanier. De même, les plantes et animaux pourraient être plus sensibles aux ravageurs, aux maladies et aux mauvaises herbes, dont l'aire d'expansion pourrait croître sensiblement vers le nord du fait du réchauffement climatique.

Les modèles climatiques montrent par ailleurs de manière constante que les phénomènes extrêmes de précipitations deviendront plus fréquents dans de nombreuses zones et que les risques de sécheresse seront plus importants dans les régions continentales en été. Dans certaines parties de l'Afrique et de l'Asie, la fréquence et l'intensité des sécheresses semblent avoir augmenté. Les systèmes écologiques les plus vulnérables sont les moins capables de s'adapter. L'humidité des sols sera affectée par l'évolution du régime des précipitations. Des régions exposées à la sécheresse risquent de connaître des périodes sèches plus longues et plus rigoureuses (Anonyme, 2001).

éventuels que peuvent entraîner les changements climatiques pour un système. L'adaptabilité est la mesure dans laquelle les systèmes sont capables de s'ajuster aux nouvelles conditions ou de les anticiper.

Des politiques efficaces peuvent contribuer à limiter les effets négatifs des changements climatiques en modifiant les modes de culture et les variétés utilisées, en introduisant de meilleurs systèmes de gestion des ressources en eau, en adaptant le calendrier des semis et les méthodes de labour et en planifiant plus judicieusement l'utilisation des sols (Anonyme, 2001).

De nombreuses études menées à l'échelle d'exploitations agricoles montrent qu'il est possible de réduire de manière conséquente les effets nuisibles du changement climatique. Cela implique souvent le changement d'habitudes agraires. Les pratiques de conservation de l'eau sont destinées à faire face aux sécheresses. Ces techniques englobent aussi bien le labour de conservation que la gestion de l'irrigation. Les adaptations à long terme consistent en des changements structurels. Les changements dans l'affectation des terres seront probablement un

5. Agriculture de conservation et semis direct

Le labour de conservation consiste à conserver tout ou une partie des résidus de la culture précédente, afin de protéger le sol de l'érosion du vent, et de conserver une humidité élevée, en réduisant l'évaporation et en augmentant l'infiltration. L'irrigation doit par ailleurs être gérée de manière optimale, afin d'utiliser au mieux l'eau disponible. (Olesen et Bindi, 2004). L'agriculture de conservation est basée sur trois principes : éviter de perturber mécaniquement le sol, maintenir la surface du sol sous un couvert permanent de résidus et inciter une rotation qui valorise les événements pluvieux.

5.1. Principe du semis direct

Le semis direct est un système de conservation, de gestion des sols et des cultures, dans lequel la semence placée directement dans le sol qui n'est jamais travaillé. Seul, un petit trou ou un sillon est

facteur de stabilisation de la production. De plus, la recherche génétique pourrait permettre d'élaborer des plantes résistantes à la sécheresse, et aux parasites (INRA, 2003). Ces changements dans le système agricole sont nécessaires pour le maintien d'une agriculture viable et compétitive (Amphoux et *al.*, 2003).

Le stockage du carbone dans les sols cultivés peut également contribuer à atteindre d'autres objectifs environnementaux et socio-économiques. Cela améliore souvent la productivité agricole. De plus, des méthodes comme la réduction des labours et l'augmentation de la couverture végétale améliorent la qualité de l'eau et de l'air. En raison de ces avantages, ces pratiques de stockage du carbone sont souvent justifiées au-delà de leur contribution à l'atténuation des changements climatiques (Anonyme, 2001).

ouvert, de profondeur et largeurs suffisantes avec des outils spécialement conçus à cet effet pour garantir une bonne couverture et un bon contact de la semence avec le sol. Aucune autre préparation du sol n'est effectuée (Seguy et *al.*, 2001). La technique de culture connue sous le nom de «semis direct» ou «non labour» s'inscrit dans un ensemble des techniques connues en tant qu'agriculture de conservation.

L'objectif essentiel des techniques du semis direct est de conserver, d'améliorer et d'utiliser les ressources naturelles d'une façon plus efficace par la gestion intégrée du sol, de l'eau, des agents biologiques et des apports de produits externes. L'objectif final est de mettre en place une agriculture durable qui ne dégrade pas les ressources naturelles, sans renoncer pour autant à maintenir les niveaux de production (Atare, 2006).

5.1.1. Apports du semis direct sur le plan pédologique

Le semis direct a une influence sur les propriétés du sol, il réduit la minéralisation de la matière organique et provoque une amélioration de la biomasse microbienne de l'ancienne couche travaillée. Ces améliorations biologiques et biochimiques du sol affectent très positivement la structure du sol qui devient très bien agrégée. Ceci confère au sol une résistance accrue vis-à-vis des agents de dégradation tels que l'érosion hydrique et éolienne (Angers, 2001). L'enrichissement en azote, en phosphore et autres éléments nutritifs est une autre conséquence qu'induit l'adoption de semis direct (Seguy et al., 2001, Mahdi, 2004).

L'absence de retournement et la réduction du travail du sol réduisent le stress mécanique du milieu et minimisent la destruction des micro-habitats. C'est la non rupture de l'activité biologique. Les vers de terre font partis du premier maillon de la chaîne dans la dégradation des matières organiques. Les galeries des vers de terre autorisent la percolation de l'eau en profondeur et limite le ruissellement en surface. La formation du mulch augmente la densité de la couche arable, ce qui a pour conséquence d'améliorer la résistance du sol au tassement et de limiter la battance (Chevrier et Barbier, 2001).

5.1.2. Apports du semis direct sur le plan agronomique

La concentration de la matière organique en surface engendre des répercussions sur les éléments minéraux et leurs devenir. Les pertes d'azote par lixiviation sont amoindries en semis direct en raison d'une réduction de la minéralisation.

Le semis direct améliore le bilan hydrique des

parcelles par l'augmentation de l'efficacité des apports. Cette caractéristique est assurée par la réduction des ruissellements de surface et l'amélioration de la perméabilité du sol, donc du taux d'infiltration (Guedez, 2001). De plus, le semis direct assure la réduction des pertes d'eau par évapotranspiration des parcelles, essentiellement l'évaporation, et participe à la réduction de la quantité d'énergie interceptée par le sol (Mrabet, 2001).

Le système non labour ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes (Chevrier et Barbier, 2001), 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 graine des mauvaises herbes semble donc diminuer en semis direct. Rare est l'apparition soudaine et tardive des mauvaises herbes car aucun travail du sol ne ramène les graines à la surface. Néanmoins un contrôle des adventices sévère est important au cours des premières années de transition (du système classique vers le semis direct). Pour cela, il faut essayer d'envisager une démarche efficace qui fait intervenir la compétitivité des cultures, la rotation des cultures et le désherbage (Mrabet, 2001).

Le passage au semis direct n'affecte pas d'une manière significative les rendements des cultures. Le semis direct donne en premières années des rendements un peu faibles comparativement au travail conventionnel. Par contre, sous semis direct, il y a une réduction des effets des aléas climatiques, en plus de la mobilisation de l'humidité du sol, ce qui assure une production plus stable. De fait par le passage au semis direct, il est possible de réaliser des rendements économiques, tout en conservant le sol (Mrabet et Bourarach, 2001).

5.1.3. Impacts environnementaux et socio-économiques du semis direct

Les avantages de l'agriculture de conservation en matière d'effet de serre se situent à deux niveaux : la diminution de la dépense énergétique mise dans le système du semis direct et le stockage du carbone dans les sols au travers de la matière organique (Agu *et al.*, 2000 cités par Chevrier et Barbier, 2001).

L'agriculture de conservation est fondée sur un moindre travail mécanique du sol, et donc une moindre puissance mise en jeu. La consommation de carburant est donc drastiquement réduite, pour atteindre une économie maximale de 70%.

Le semis direct est une étape essentielle pour un développement agricole durable dans le monde. En supprimant les travaux du sol, ce dernier se transforme en un réservoir de carbone. A titre d'exemple, près d'un tiers des terres agricoles brésiliennes est cultivé selon la pratique de semis direct. Des travaux de recherche montrent que les sols sous semis direct, avec couvert végétal sont très favorables au stockage du carbone organique (Mrabet, 2004).

La suppression totale du labour engendre une réduction de temps du travail mais elle implique cependant une grande disponibilité de la main d'œuvre (Husson, 1997). Le temps d'implantation varie de simple au double voire au quadruple selon les techniques d'implantation et le type de sol (Bartehelemy et Boisgontier, 1990).

Conclusion

De nombreuses stratégies d'adaptation seraient judicieuses même en l'absence de tout changement climatique. La variabilité actuelle du climat, notamment certains phénomènes climatiques extrêmes tels que les sécheresses et les inondations, provoque déjà beaucoup de dégâts. Des efforts d'adaptation plus soutenus permettraient de réduire les dommages à court terme, quelle que soit

l'évolution du climat à long terme. De manière plus générale, de nombreuses méthodes d'adaptation, par exemple, l'amélioration de l'exploitation des ressources naturelles est vitale pour favoriser le développement durable.

Bibliographie

AMPHOUX M., JAOUEN G., L'HOPITAL A. et PELLETIER V., "Les impacts du changement climatique sur l'agriculture en Europe et aux Etats-Unis". *Atelier changement climatique*, ENPC, France, 2003, 12p.

ANGERS D., "Evolution de la matière organique, l'activité biologique et la structure de sol sous pratique culturale de conservation". <http://www.durasol.qc.ca/pdf/angers-denis.pdf>, 2001.

ANONYME, *Changements climatiques*, fiches informatives, Publié par le PNUE et l'UNFCCC, France, 2001, 63p.

ATARES P., "Semis direct dans la vallée moyenne de l'Ebre : résultats et analyse économique". *Troisièmes rencontres méditerranéennes du semis direct*, Zaragoza Ed. Options méditerranéennes, série A, n°69, 2006, pp 77-80.

BARTEHELEMY P. et BOISGONTIER D., "Peut-on supprimer le labour?" Ed. CIHEAM, *Options méditerranéennes*, 1990, pp: 78-84.

CHEVRIER A. et BARBIER S., "Performances économiques et environnementales des techniques agricoles de conservation des sols création d'un référentiel et premier résultat". <http://www.ec.europa.eu / environnement / pdf/ m-bonnet-annex3>, 2001..

GIEC, *Scénarios d'émissions*. Rapport spécial du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, 1990, 27 p.

GIEC, *Changements climatiques*. Rapport de synthèse du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, Wembley, Royaume-Uni, 2001, 37p.

- GIEC, *Changement climatique 2007*. Rapport de synthèse du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, Suisse, 2007, 103 p.
- GUEDEZ P.Y., "Environmental aspects of Conservation Agriculture in Europe". *World Congress on Conservation Agriculture*, Madrid, 2001, 6p.
- HUFTY A., *Introduction à la climatologie*. Edition De Boeck, Université Québec, 2001, 542p.
- HUSSON J., *La suppression du labour: Conséquences sur les exploitations céréalières de l'Oise*. Mémoire de fin d'étude, ISAB, 1997, 95 p + annexes.
- INRA, "Changement climatique et agriculture". INRA de France, *Transrural* n°234, 2003, 8p.
- LAKHDARI H., "Les conséquences du changement climatique sur le Développement de l'agriculture en Algérie : Quelles stratégies d'adaptation face à la rareté de l'eau ?" *Cinquième colloque international : Énergie, Changements Climatiques et Développement Durable*, Hammamet (Tunisie), 15-17 Juin, 2009, 15p.
- MRABET R., "Soil quality and carbon sequestration: impact of no-tillage systems". *Troisièmes Rencontres méditerranéennes du semis direct*, Zaragoza, Ed. Options méditerranéennes, série A, n° 69, 2004, pp: 69-70.
- MAHDI M., "Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivots". Mémoire Ingénieur, INA EL-Harrach, Alger, 2004, pp:9-30.
- MRABET R. et BOURARACH T., "Le semis direct une technologie avancée pour une agriculture durable au Maroc".
<http://www.iva.ac.ma/nptta/76.pdf>, 2001.
- MRABET R., "Le semis direct: potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord".
<http://www.unca-na.org/pdf>, 2001.
- OLESEN J.E. and BINDI M., "Agricultural Impacts and Adaptations to Climate Change in Europe". *Farm Policy Journal*, 1, 2004, pp: 36-46.
- RASMUSSEN P.E. and PARTON W.J., "Long-term effects of residue management in wheat-fallow: I. Inputs, yield, and soil organic matters". *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58,1994, pp:523-530.
- SEGUY L., BOUZINAC S. et MARONZZI C., "Système de culture et dynamique de la matière Organique". <http://agroecologie.cirad.fr/postlsfr.pdf>, 2001.