Conférence Parmenides IX – GID-CIHEAM – Bari – octobre 2021
Gestion durable des bassins versants méditerranéens face aux impacts des changements sociétaux et climatiques

Baelhadj HAMDI AISSA

L'agrosystème oasien face aux défis du changement climatique

HAMDI AISSA Baelhadj est professeur en agronomie, pédologue, spécialiste des sols arides et de l'agriculture saharienne. Il est enseignant chercheur à l'université de Ouargla (Algérie) et vacataire à l'AgroParisTech, Paris. Il est actuellement membre correspondant associé de l'Académie d'Agriculture de France. Il a étudié les sols de l'agrosystème oasien, fragilisés par la pression démographique et l'agriculture irriguée, qui surexploite les nappes fossiles du grand aquifère Nord-Saharien. Auteur de plusieurs articles.

Résumé

Les agricultures du monde ont connu de nombreux changements ces dernières décennies. La mise en concurrence des systèmes productifs à l'échelle de la planète entraîne des recompositions différenciées tant du point de vue des formes de production que des systèmes techniques avec des impacts différenciés sur les enjeux planétaires globaux. Dans le Sud du Maghreb, parmi les systèmes interactifs entre les hommes et leurs milieux, sous conditions climatiques extrêmes, l'agrosystème oasien ou « oasis » et les systèmes de culture qui leur sont associés, évoluent rapidement. Les oasis assurent un rôle primordial et sont source de vie et de

stabilité socio-économique des populations. La pression exercée par les activités anthropiques sur les biens et les services écosystémiques s'est accentuée davantage depuis quelques décennies, situation qui a engendré un déclin des oasis à des degrés différents et une mise en péril de l'environnement en général et des agrosystèmes en particulier. L'intention de cette courte présentation est de se focaliser d'une part i) sur les relations entre services écosystémiques de l'oasis et bien-être, ii) le milieu physique (sol et eau) et d'autre part iii) sur l'importance d'une approche agroécologique de l'agrosystème oasien.

Mots clés : oasis, aridoculture, ressources sol et eau, agroécologie, service écosystémique, Sahara, Maghreb

Keywords : oasis, dryland farming, soil and water resources, agroecology, ecosystem service, Sahara, Maghreb

Communication

Introduction

L'Afrique du Nord, région Sud méditerranéenne, se caractérise par une grande diversité d'écosystèmes, liée à son histoire et à l'existence de conditions différentes entre ses bassins versants. L'harmonie initiale entre l'homme et la nature est perturbée par de fortes migrations vers le littoral, conduisant à l'artificialisation des terres, à la réduction des zones naturelles, à l'altération des paysages et à l'augmentation des conflits liés à la surexploitation des ressources naturelles (sols et eau).

Aujourd'hui, il y a urgence à gérer durablement ces ressources, les biens et services écosystémiques qu'ils fournissent pour répondre aux enjeux liés principalement: ***i)*** à la sécurité alimentaire, ***ii)*** aux ressources en eau, ***iii)*** à l'adaptation aux changements climatiques, ***iv)*** à la santé humaine, ***v)*** et à la préservation du patrimoine biologique.

Dans les régions arides méditerranéennes, depuis des millénaires et sous différentes formes, les hommes ont créé des milieux favorables à la vie et à une aridoculture adaptée et durable, conséquente de l'amélioration de l'humidité du milieu et l'augmentation assez significative et progressive de la fertilité du sol.

Valorisant des potentialités et des ressources d'un milieu saharien et péri-saharien très sévère et très hostile, l'agroécosystème oasis **(Figure 1, Photo. 1)** joue un rôle déterminant par la multitude des services écosystémiques qu'il fournit. Cependant, ce capital oasis est méconnu et ne cesse d'être menacé par les activités humaines.

L'oasis, un agrosystème à multiple services ecosystèmiques

En cohérence avec le cadre conceptuel de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (*Millennium Ecosystem Assessment* – MEA, 2005), la classification des services écosystémiques (SE) repose sur quatre grands types de SE majeurs : 1) les « SE d'approvisionnement » représentent la production nutritionnelle, matérielle ou énergétique de l'écosystème, 2) les « SE de régulation » correspondent aux processus écologiques contribuant à l'activité régulatrice des écosystèmes, 3) les « SE culturels » permettent aux hommes de dériver des avantages non matériels récréatifs, 4) les « SE de soutien » sous-tendent les autres SE, par exemple formation des sols, cycle des nutriments, habitats procurant tout ce qui est nécessaire à une plante ou un animal pour survivre. Ils ne sont pas directement utilisés par l'Homme. Ces SE sont mis en relation avec une représentation symétrique des « constituants du bien-être » en quatre catégories : a) Sécurité, b) Matériels de base pour une vie meilleure, c) Santé, d) Bonnes relations sociales. Des éléments de synthèse **(Figures 2 et 3)** sur les relations entre services écosystémiques et bien-être sont mis en œuvre reposant sur des exemples concrets dans les oasis pour envisager un modèle d'évaluation des services écosystémiques rendus par les agrosystèmes oasiens. L'évaluation des SE constitue un outil d'aide à la décision dans les projets de mise en valeur des oasis et les actions de sensibilisation à leurs protection (Zitouni *et al.,* 2017).

Gestion de l'eau et du sol dans l'oasis

Dans les agrosystèmes oasiens, l'eau et le sol (quantité, qualité et fonctions) jouent un rôle déterminant par la multitude des services écosystémiques qu'ils fournissent. Dès la genèse de l'agriculture oasienne, depuis plusieurs centaines d'années, la maîtrise de l'eau est apparue comme une évidence et la gestion hydro-pédo-climatique c'est développée de manière quasi contemporaine avec les systèmes agricoles. L'oasien est ingénieux, il a inventé un système agraire unique par sa performance et sa résilience (gestion des crues, partage des eaux, captage et recharge des nappes aquifères, préservation de la qualité de l'eau, conservation du sol, lutte contre l'érosion et la sédimentation, maîtrise de la salinisation, ..etc), et le système social et savoir-faire associé. Ainsi, l'oasis est considérée comme modèle d'une agriculture résiliente au changement climatique, classé par la FAO depuis 2011 parmi les systèmes ingénieux du patrimoine agricole mondial (GIAHS).

Cependant, dans cet agrosystème vulnérable, la salinisation primaire et/ou secondaire (liée à l'irrigation) rend le sol un milieu édaphique stressant aux cultures. Elle résulte souvent d'une mauvaise gestion du bilan de l'eau et des sels du complexe hydro-édaphique dans l'espace et dans le temps. Le défi majeur est de maintenir l'équilibre du complexe hydro-édaphique en conditions généralement salines « agriculture saline ». Les équations générales relatives au bilan des sels à considérer sont (Bourrié *et al.*, 2018) **(Figure 4)** :

$$Sp + Si + \Delta Sr + Sd + Sf = Sdw + Sc + Sppt$$

L'oasis, modèle de l'agroécologie

Les oasis sont une création ingénieuse de l'Homme. Comme tous les agroécosystèmes traditionnels caractérisés par une agriculture paysanne, sans ou très peu d'intrants chimiques et par la pratique de polyculture multi-variétale. Elles montrent ainsi un niveau d'agrobiodiversité remarquable.

Le système s'appuie principalement sur la culture du palmier dattier (Phoeniciculture), « pilier de l'agriculture oasienne » (Benziouche, 2017). Il réduit l'évaporation de l'eau et permet la culture en sous-étages d'autres cultures (Figures 1 et 3). Les investigations entreprises dans les oasis du Sud du Maghreb ont révélé l'existence de plus de mille cultivars du dattier et des dizaines d'espèces et de variétés locales cultivées (maraichères, fruitières, céréalières, fourragères, condimentaires. ...etc). En effet, le système agit en tant que tel, il répond ainsi au concept de « l'agroforesterie » et assure un couvert végétal permanent et une protection contre l'érosion du sol. Il constitue un microclimat favorable au développement d'une flore et d'une faune sauvage très diversifiées.

Dans la pratique de l'agriculture oasienne, les déchets organiques (sous-produits des palmiers dattiers et d'autres cultures), après compostage sont valorisés principalement pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol et comme sources de nutriments aux cultures.

L'élevage est une composante essentielle de l'oasis, il est généralement de type familial, valorisant de façon optimale des races locales (ovin et caprin) ; avec l'introduction récente de la pisciculture, il participe à la production de biens et services nourritures d'origine animale. En plus, il garantit par sa production de fumier le maintien de la fertilité des sols. Dans les oasis sahariennes, le développement de l'élevage camelin péri-oasien, tant pour l'approvisionnement en lait qu'en viande, a bouleversé les antiques liens sociaux entre nomades et sédentaires.

Les sols, bien que soumis à des stress salin et hydrique, offrent un biotope favorable au développement d'une biomasse microbienne très diversifiée. Ils se sont révélés relativement riches en actinomycètes parfois réputés rares de par le monde et de surcroît producteurs d'antibiotiques. Les espèces microbiennes présentes dans le sol affectent nettement son fonctionnement. Au-delà, la composition des communautés et surtout sa diversité fonctionnelle détermine de nombreux processus clés comme le recyclage de la matière organique « turnover », la minéralisation des nutriments, la séquestration du carbone et la structuration du sol. Ces processus sont à la base des services écosystémiques importants comme la production de la matière végétale, la fertilité des sols, ou la stabilité des écosystèmes face au changement climatique.

Groupe interacadémique pour le développement

CIHEAM
Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes

Conclusion

Malgré les avancées considérables dans la connaissance agronomique, écologique, économique et sociale, les services écosystémiques rendus par l'agrosystème oasien restent encore mal décrits et mal connus et l'information à leur sujet reste très fragmentée. Cependant, le système reste toujours source de l'inspiration dans le domaine de la gestion sociale et économie de l'eau, de la diversification des systèmes de culture étroitement organisés autour du palmier dattier (Bessaoud, 2020). Le système a su traverser le temps montrant sa résilience au changement climatique. Moderniser l'agroécosystème oasien en introduisant des nouvelles technologies (énergies propres, valorisation de la biomasse) et le gérer suivant les principes de l'agroécologie offrent une riche opportunité pour la sécurité alimentaire et le développement économique et social des populations du Sud du Maghreb.

Références

Benziouche, S.E. (2017) L'agriculture biologique, un outil de développement de la filière datte. *Cah. Agric.*, 26, 35008.

Bessaoud, O. (2020). Une agriculture saharienne sans les oasiens ?. Ouvrage collectif, Association TORBA, GRFI-Filaha Innov. (Ed.) ARAK, 195p.

Bourrié, G., Salhi, N. Slimani, R., Douaoui, . Hamdi-Aïssa, B., Mohammed, G. et Trolard, F. (2018). L'irrigation et les changements globaux. In. *Les sols au cœur de la zone critique* Vol. 4: « Qualité de l'eau », chapitre 2 : L'irrigation, la qualité de l'eau et des sols. pp 81-129.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Island Press.

Zitouni, H., Ben Chaaben, S, Ben Maachia, S., Khaldi, R., Zougari, B. et Dhaouadi, L. (2017). Evaluation quantitative et qualitative des services environnementaux et de la résilience de l'oasis historique de Gafsa (projet). Association pour la Sauvegarde de la Médina de Gafsa & World Agriculture Heritage Foundation. 17p.

Figures

Photo. 1. Agrosystème oasien traditionnel à trois strates de cultures (Phoeniciculture,, arboriculture et cultures vivrières) *(Photo. B. Hamdi Aissa)*

Figure 1. Structure de l'agrosystème oasien en étages de polyculture (le micro-climat oasien réduit les températures, limite l'évapotranspiration et économise l'eau)

Figure 2. Gamme de services écosystémiques (SE) identifiés dans l'agrosystème oasien

Figure 3. Résiliences des différents systèmes de cultures sahariens

Figure 4. Bilan des sels dans le complexe hydro-édaphique (Bourrié *et al.*, 2018) (modifié)

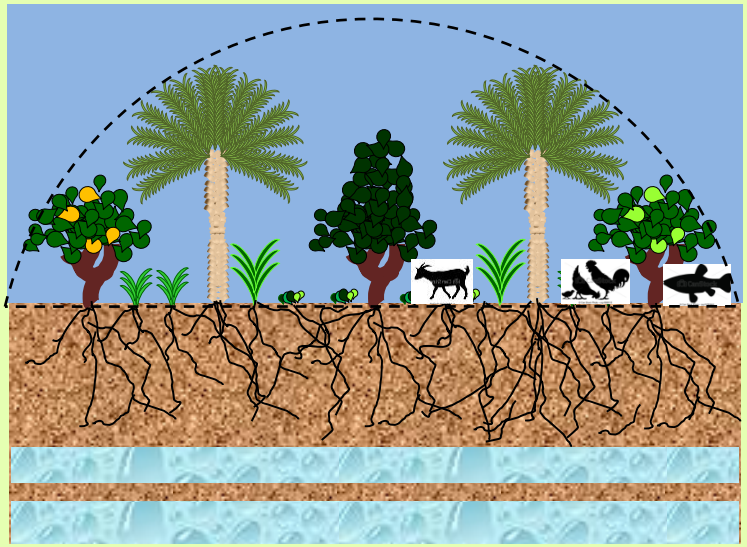


Figure 1. Structure de l'agrosystème oasien en étages de polyculture (le micro-climat oasien réduit les températures, limite d'évapotranspiration et économise l'eau)

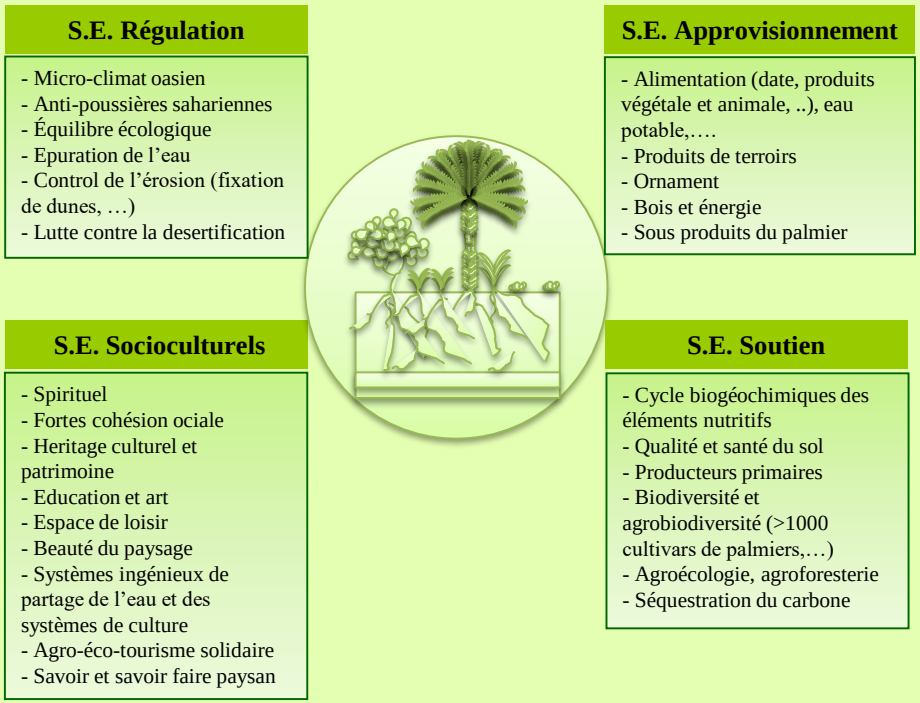


Figure 2. Gamme de services écosystémiques (SE) identifiés dans l'agrosystème oasien

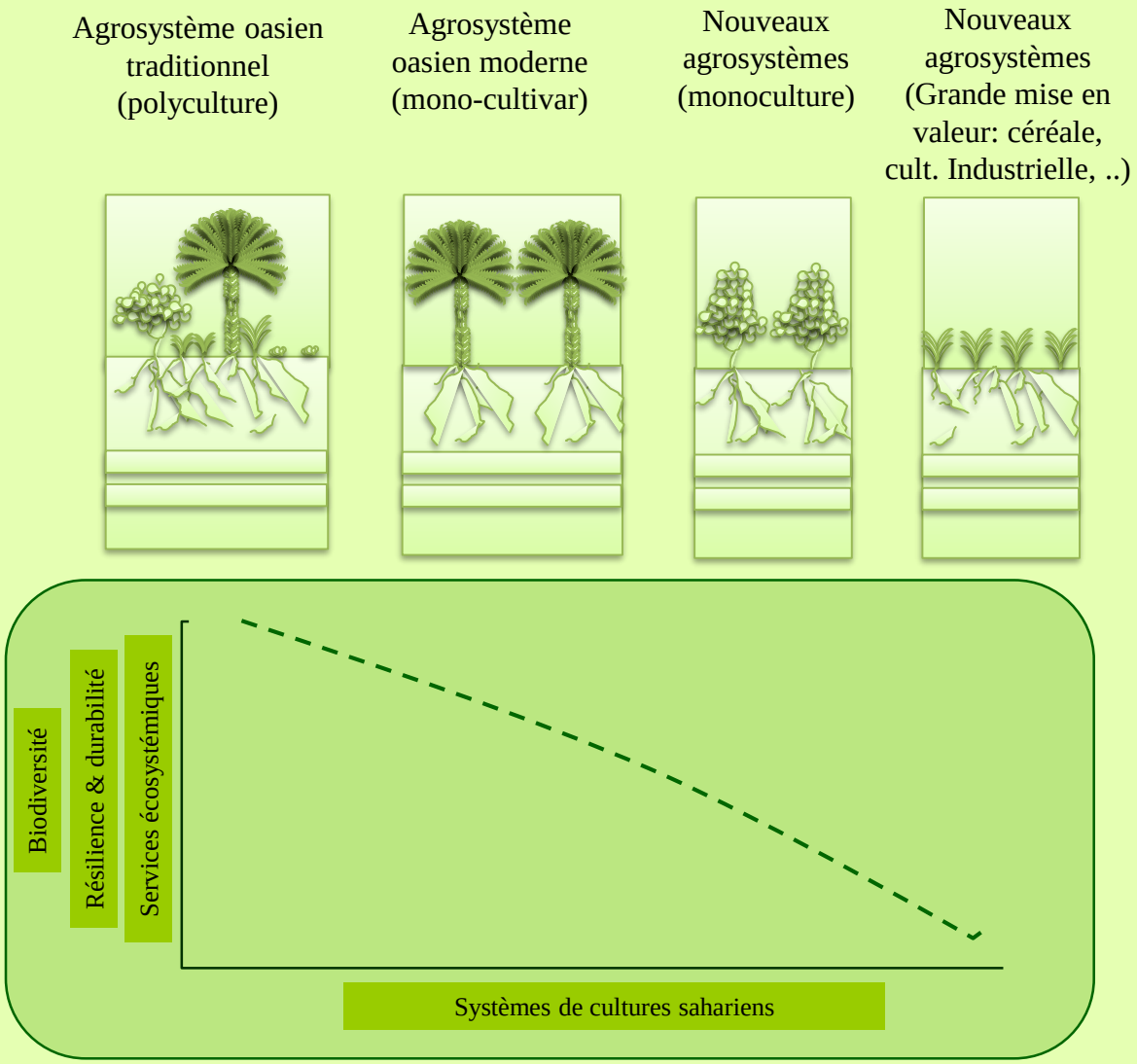
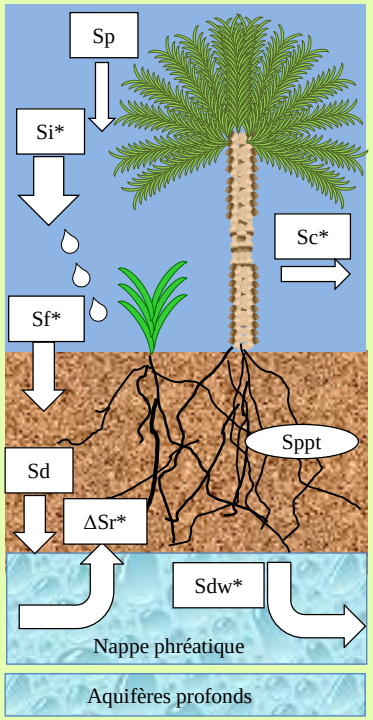


Figure 3. Résiliences des différents systèmes de cultures sahariens



– ***Sp****: est la quantité de sels apportée par les précipitations (pluies, aérosols, etc.) ;*
– ***Si*** *: est la quantité de sels apportée par les eaux d'irrigation;*
– ***ΔSr*** *: la variation de la quantité de sels solubles présents dans la solution du sol entre le début et la fin de la période de temps considérée ;*
– ***Sd*** *: la quantité de sel dissous à partir de l'altération des minéraux ou libérés par désorption (peut être négatif si les phénomènes de sorption emportent);*
– ***Sf*** *: la quantité de sels contenus dans les fertilisants apportés;*
– ***Sdw*** *: la quantité de sels évacués hors du périmètre par les eaux de drainage;*
– ***Sc*** *: a quantité de sels exportés par les récoltes;*
– ***Sppt****: a quantité de sels précipités et très peu soluble et qui s'accumule dans le sol (exemple de CaCO3).*

(*) processus liés à l'utilisation des terres (impact du facteur anthropique)

Figure 4. Bilan des sels dans le complexe hydro-édaphique (Bourrié *et al.*, 2018) (modifié)