

**ÉVALUATION *IN SITU* ET EN CONDITIONS CONTROLÉES DE LA  
PHYTODESALINISATION DES VERTISOLS IRRIGUES ---  
CAS D'ÉTUDE DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ RIZICOLE DE KOLLO (NIGER) DANS LA  
VALLEE DU FLEUVE NIGER<sup>1</sup>**

par Maman Nassirou **ADO**

**Yadji Guéro**, Professeur, Université Abdou Moumouni de Niamey (Directeur de thèse)  
**Christian Walter**, Professeur, Agrocampus Ouest Rennes (Directeur de thèse)  
**Didier Michot**, Maître de Conférences, Agrocampus Ouest Rennes (Co-directeur de thèse)

Guilhem BOURRIÉ<sup>2</sup>. – Cette thèse démontre l'efficacité de la culture d'une plante fourragère, le "boulgour" *Echinochloa stagnina* pour améliorer la structure de sols à argiles gonflantes (vertisols) et permettre leur désalinisation. Ceci était déjà connu semi-empiriquement et cette culture est déjà mise en œuvre en Afrique, au Niger et en Égypte ; il existait déjà des références scientifiques, notamment au Niger, mais cette étude va plus loin, car elle associe une étude de terrain et des expériences sur des colonnes de sol.

Cette plante fourragère s'enracine fortement et profondément, et son système racinaire pivotant puissant favorise la structuration du sol et le lessivage des sels. Ceci est clairement démontré par des expériences menées pendant 15 mois, sur deux saisons culturales et une interculture, comparant l'effet de la culture fourragère permanente (coupée) avec la même culture saisonnière (entièrement récoltée), la riziculture et un témoin irrigué non cultivé.

Les sols sont des vertisols acides riches en sulfates de magnésium, donc non calcaires. Deux tiers à trois quarts de la désalinisation des sols sont dus à l'amélioration de la structure du sol pendant la culture, à la fissuration du sol pendant l'interculture, et le reste à l'exportation des sels par la récolte. Ceci est clairement démontré par l'étude de terrain.

Le rendement en matière sèche augmente de la riziculture (1t/ha) à *E. stagnina* saisonnière (2 t/ha) et *E. stagnina* permanente (2 à 7 t/ha). La quantité de sels exportés par la culture augmente respectivement de 29 g/m<sup>2</sup> à 103 g/m<sup>2</sup> et 136 g/m<sup>2</sup>. La diminution du stock de sels dans l'horizon supérieur atteint 88% avec la culture fourragère permanente. Pendant l'interculture, l'ouverture des fissures permet un flux vertical ascendant de sels de 550 à 660 g/m<sup>2</sup>, mais aussi à la reprise de l'irrigation un lessivage des sels

---

<sup>1</sup> Thèse soutenue le 24 mai 2017 à Agrocampus Ouest Rennes.

<sup>2</sup> Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France.

## ANALYSE DE THÈSE

---

qui ont migré depuis l'intérieur des mottes vers les fissures. Ceci d'ailleurs montre bien que le transfert des sels n'est pas simplement mono-dimensionnel, mais au moins bi-dimensionnel : horizontalement de l'intérieur des mottes vers la fissure, puis verticalement par drainage. L'auteur montre bien les avantages et les limites de cette culture : le riz est à la base de l'alimentation, mais la riziculture irriguée sur les vertisols, conduit à l'augmentation de la salinité des sols, du fait de leur très faible perméabilité et de la concentration des sels en surface par évaporation.

La technicité des agriculteurs leur permet de s'adapter à la culture fourragère, car les techniques culturales ne sont pas très éloignées, mais l'introduction de la plante fourragère dans la rotation doit être étudiée sur une plus longue durée que celle d'une thèse et dans le cadre du système de culture. Sur la base des résultats de terrain, les expériences sur colonnes de sols ont été réalisées sur les mêmes sols, importés du Niger, mais "homogénéisés" en surface. Elles combinent des mesures de bilan de l'eau et de potentiel de l'eau en continu, de conductivité électrique de la solution et de la teneur en sels du sol par l'intermédiaire de la résistivité électrique. Deux répétitions sont effectuées. Une troisième colonne de sol est sacrifiée pour des mesures de teneurs en sels de la culture, de porosité et des analyses d'images. La dimension limitée des colonnes de sols fait que les rendements sont nettement plus faibles, mais les résultats obtenus vont dans le même sens que l'étude de terrain. L'amélioration de la structure du sol se traduit clairement par l'augmentation de la conductivité hydraulique à saturation, qui, on le sait, est très sensible à une modification de l'organisation des sols. L'analyse d'images montre nettement la contribution de macropores tubulaires (système racinaire) à côté des pores d'assemblage et des fissures, lorsque celles-ci existent, ce qui est très rare dans le sol nu.

La modélisation hydrologique fait appel au modèle HYDRUS-1-D, sur la base des équations de transfert classiques de van Genuchten, mais complétées par la prise en compte de l'absorption des sels par les plantes. Très honnêtement, l'auteur montre que l'accord est assez bon pour le transfert des sels dans le sol, mais qu'il est nettement moins bon pour l'absorption de sels par les plantes. Il est en effet supposé que les sels entrent passivement dans la plante, avec l'eau sans sélection. Ceci n'est forcément pas le cas en conditions de stress salin, qui déclenche des mécanismes d'adaptation et de sélectivité.

Je regretterai personnellement que les plantes aient été analysées, à l'Unité de service de l'Inra à Bordeaux, pour tous les éléments majeurs, mais que les solutions recueillies n'aient été caractérisées que globalement par la conductivité électrique. Elles auraient pu être analysées complètement à Rennes : cations et anions majeurs, pH et alcalinité, au prix d'un effort marginal mineur, compte tenu de l'investissement expérimental considérable réalisé, des moyens techniques et humains disponibles localement. Dans un environnement sulfaté magnésien, acide, avec d'éventuels processus de réduction des sulfates en sulfures et de réoxydation, le pH et le Eh sont forcément des variables majeures dynamiques, comme je l'ai observé en riziculture en Camargue, et comme on l'observe partout.

Le couplage des modèles HYDRUS-1-D et PHREEQC est envisagé dans les perspectives. C'est une bonne idée, mais déjà tel qu'il est, PHREEQC peut être utilisé pour simuler un transfert vertical d'eau et de solutés, y compris avec un réseau dual de pores (micropores et macropores) et une réactivité lors du mélange.

Il est vrai que le travail réalisé, tant sur le terrain qu'au laboratoire, est déjà considérable. La leçon en est que le succès de l'introduction de la plante fourragère implique une maîtrise de l'infiltration de l'eau

## ANALYSE DE THÈSE

---

de drainage en profondeur à la parcelle, et de sa place dans le système de culture, et plus largement dans le système agraire, puisque les fourrages doivent être valorisés dans des productions animales.

L'auteur est parfaitement conscient de ces nécessités, la lecture de sa thèse, qui est aisée, est à conseiller fortement pour qu'elle trouve une très large audience, les prolongements scientifiques et techniques et la valorisation finalisée qu'elle mérite.

[Remarque de style : Certaines confusions de style pourraient être évitées : la macroporosité est le pourcentage de pores de grande taille (à définir) et pas l'ensemble de ces pores, et donc l'eau circule dans les macropores et pas dans la macroporosité ; la biomasse est une masse, donc les éléments sont absorbés par la plante et pas par la biomasse de la plante !}]