



**HAL**  
open science

# **Influence géomorphologique et structurale des sols sur le report hydrique : Conséquences sur le fonctionnement hydrique des sols et la biomasse en zone soudano-sahélienne**

S. Valet, Mikael Motelica-Heino, Philippe Le Coustumer

## **► To cite this version:**

S. Valet, Mikael Motelica-Heino, Philippe Le Coustumer. Influence géomorphologique et structurale des sols sur le report hydrique : Conséquences sur le fonctionnement hydrique des sols et la biomasse en zone soudano-sahélienne. 32ème J. Sci. du GFHN, "De la particule au milieu poreux : Formation, évolution & transferts", Nov 2007, Nantes, France. pp.189-192. <insu-00318811>

**HAL Id: insu-00318811**

**<https://insu.hal.science/insu-00318811v1>**

Submitted on 5 Sep 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# INFLUENCE GEOMORPHOLOGIQUE ET STRUCTURALE DES SOLS SUR LE REPORT HYDRIQUE :

## Conséquences sur le fonctionnement hydrique des sols et sur la biomasse en zone soudano sahélienne.

Valet S.<sup>1</sup>, M. Motélica-Heino<sup>2</sup> et Ph. Le Coustumer<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Consultant. PASSERELLES, 9, rue du Bât d'Argent, 69001, Lyon France, Email : [valet.serge2@wanadoo.fr](mailto:valet.serge2@wanadoo.fr) ; <sup>23</sup> Unité : UMR6113 Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), France, [stefan.motelica-heino@univ-orleans.fr](mailto:stefan.motelica-heino@univ-orleans.fr); <sup>3</sup> Université de BordeauxI, av. France ; .

### Résumé :

Cette étude démontre qu'en zone soudano-sahélienne, en année à pluviosité déficitaire, à différentes échelles, plusieurs facteurs physiques, chimiques et anthropiques des sols régissent le report hydrique, part bénéfique du ruissellement représentant «une irrigation naturelle, complémentaire et simultanée à la pluie qui l'a générée en fonction des conditions topographiques et micro morphologiques avec transfert complémentaire de fertilité ».

En condition pluviale, l'encroûtement décroissant le long du versant favorise l'infiltration du report hydrique dans les unités de sol en bas de pente. A l'échelle du champ, il est encore maximisé par le micromodelé concave, par une compaction profonde moins forte et par le labour. L'augmentation des nutriments est de 13,4 à 10% et en éléments fins de 16,3 à 12,5% respectivement sous labour et grattage. Cette maximisation du report hydrique provoque un drainage significatif très localement.

Sur les périmètres irrigués la salinisation renforce les facteurs de formation des croûtes et le ruissellement, réduisant drastiquement la capacité d'infiltration des sols. Il en résulte une limitation des réserves en eau utile malgré l'irrigation non contraignante. Ceci provoque une sécheresse édaphique.

Dans ces deux conditions culturales cette baisse drastique des stocks hydriques due à la formation d'un encroûtement conduit à la réduction voire à l'annulation du rendement des cultures.

Ces résultats montrent la difficulté qu'ont les chercheurs à expliquer la complexité du comportement et du fonctionnement hydrique sur l'ensemble d'un versant et à l'intérieur du champ pour comprendre la variabilité des rendements. L'identification, à l'échelle de la parcelle et sur le versant, des causes du ruissellement et du report hydrique et d'en mesurer l'effet sur la modification des stocks hydriques sur de faibles distances est nécessaire pour conceptualiser un aménagement raisonné, innovant et efficace des flux de surface.

Mots clés : Report hydrique, ruissellement, drainage, croûtes, salinisation, micromodelé, biomasse, région soudano sahélienne.

### 1. OBJECTIF

La variabilité des rendements en zone soudano sahélienne à différentes échelles, du champ au versant, ne peut pas être toujours imputée à l'incompétence des paysans. L'observation des traces du ruissellement indique une diversité et une complexité des flux hydriques superficiels. L'objectif de cette étude est, en condition pluviale et irriguée, d'identifier et hiérarchiser les facteurs discriminants (physiques, chimiques & anthropiques) qui créent le ruissellement, qui contrôlent le report hydrique, part bénéfique du ruissellement, et qui améliorent la réserve en eau utile et le rendement.

### 2. MATERIELS ET METHODES

Les études ont été réalisées en climat soudano sahélien sur différentes unités morphopédologiques au Niger, Sénégal et Burkina Faso à différentes échelles spatio temporelles. Le suivi des humidités du sol a été réalisé à l'aide de la tarière à main. Les analyses pédologiques classiques ont été utilisées. La densité apparente a été mesurée à l'aide d'un densitomètre à membrane (1L). La réserve en eau utile (RU) représente la différence entre l'humidité volumique minimum et la capacité au champ sur la profondeur maximum d'enracinement ou du front d'humidité.

### 3. RESULTATS

Le report hydrique et les stocks hydriques sont contrôlés par une série de facteurs discriminants en conditions pluviales et irriguées.

### 3.1. En condition pluviale

#### 3.1.1. Influence de la topographie ou des unités de paysage

L'instabilité structurale superficielle du sol diminue du sommet vers l'aval limitant l'encroûtement (Photos 1A, B, C). Cette amélioration structurale qui est liée à la réduction de la pente, à l'augmentation de la matière organique, accroît la capacité d'infiltration. Ceci favorise l'infiltration d'une partie du ruissellement appelé report hydrique et l'amélioration des stocks hydriques le long du versant (Fig. 1).



Photos 1- Encroûtement décroissant vers le bas du versant.

#### 3.1.2. Influence géomorphologiques et de modelé

A l'échelle du champ, le report hydrique est piégé plus fortement sur la terrasse que sur le glacis et par la forme concave que convexe (Fig. 2A & B). Sur la terrasse l'importance du report hydrique, malgré l'année pluviométrique fortement déficitaire, provoque du drainage.

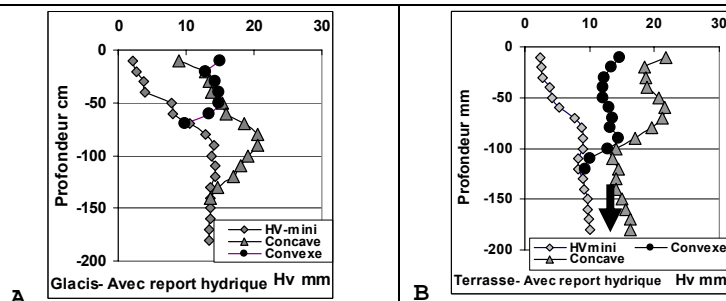
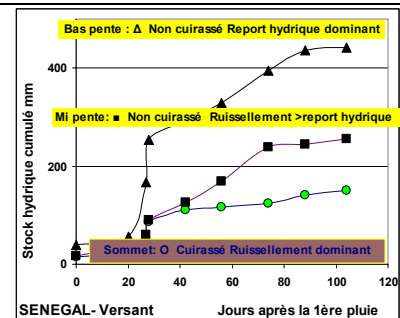


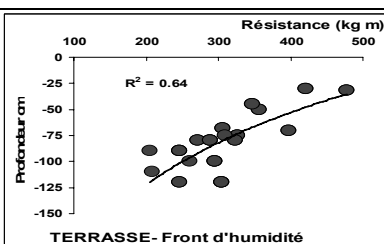
Figure 1- Stock hydrique cumulé au cours de la saison des pluies à trois positions sur le versant haut, très encroûté, mi pente, moyennement encroûté, et bas de pente, faiblement encroûté (Sénégal).

Figure 2- Profil d'humidité maximum en micromodelé concave et convexe A sur glacis & B sur terrasse, Sénégal. Drainage ↓

#### 3.1.3. Influence de la compacité profonde du sol

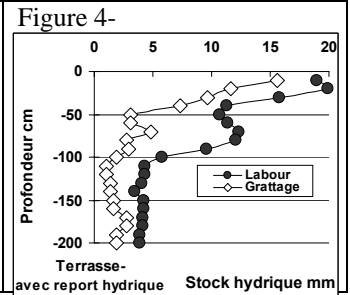
Les horizons compacts profonds, sur le glacis et la terrasse, limitent voire même bloquent la descente du front d'humidité, réduisant les stocks hydriques utiles aux plantes (Fig. 3).

Figure 3- Corrélation entre la résistance à la pénétration d'une tige de fer et la profondeur du front d'humidité sur la terrasse colluvio alluviale (Sénégal).



### 3.1.4. Influence du travail du sol

Le labour améliore considérablement les stocks hydriques même en l'absence de report hydrique (Fig. 4). Ces résultats infirment les hypothèses avancées par plusieurs chercheurs qui considèrent que dans le calcul du bilan hydrique, les flux de surface s'annulent car d'après leur hypothèse le flux superficiel hydrique dans les champs de mil ne le quitte pas mais est redistribué à l'intérieur. Ces unités constituent un hydro système ouvert.



### 3.1.5. Transfert de fertilité

Le report hydrique contribue significativement à enrichir le sol là où il s'infiltré et plus sous labour que sous grattage (Tableau 1).

Bandes	Travail du sol	Report hydrique	CO g/kg	pH <sub>eau</sub>	A+L %	Tableau 1- Moyenne du carbone organique, du pH <sub>eau</sub> et des argiles et limons (A+L%) en surface (0-8cm) (4 répétitions en 4 placettes).
A- (1800m <sup>2</sup> )	Grattage	Oui	<b>3,99</b>	<b>6,22</b>	9,9	
B- (4200m <sup>2</sup> )	Labour	Oui	<b>4,50</b>	<b>6,14</b>	<b>12,1</b>	
C- (4200m <sup>2</sup> )	Labour	Non	3,97	5,75	10,4	
D- (1800m <sup>2</sup> )	Grattage	Non	3,62	6,12	8,8	
Effet report hydrique %	Grattage		+10,2	+1,6	+12,5	
	Labour		+13,4	+6,8	+16,3	
Effet travail du sol %	Labour	+runon	+12,8	-1,3	+22,2	
		- runon	+9,7	-6	+18,2	

## 3.2. En condition irriguée

### 3.2.1. Effet de l'encroûtement superficiel

La sodisation et l'alcalinisation renforcent la formation de croûtes et affectent la microstructure en surface (Photo 2). Ceci provoque une baisse de l'infiltration avec

<p>Croûtes structurale --- de déposition (Billon) (Sillon).</p>		
<p>Photo 2- Efflorescences de sels (Périmètre de Sona- Niger)</p>	<p>Figure 5- Corrélation entre le Na<sup>+</sup> de l'horizon superficiel et l'infiltration</p>	<p>Figure 6- Corrélation entre la conductivité hydraulique et la réserve en eau utile.</p>

augmentation du ruissellement qui apparaît même pour des teneurs en Na<sup>+</sup> qui ne confèrent pas au sol des caractéristiques sodiques (SAR=12,5) (Fig. 5). Cette baisse de la conductivité hydraulique entraîne la limitation de la réserve en eau utile des sols (Fig.6).

## 3.3. Conséquence : sécheresse édaphique

La réduction de l'infiltration et de la réserve en eau utile ainsi que la mauvaise reconstitution des stocks hydriques des sols provoquent un stress hydrique de nature édaphique qui renforce le stress hydrique lié au changement climatique.

En condition pluviale les rendements du mil manifestent une grande variabilité de 1300 à 5kg $ha^{-1}$  sur les champs situés en bas de versant et de 640 à 0kg $ha^{-1}$  sur ceux situés en haut avec la baisse de la réserve en eau utile de 165mm à 90mm sur la terrasse et de 240mm à 55mm sur le versant ; alors que le rendement sans ruissellement ni report hydrique atteint 150 à 225kg $ha^{-1}$  (Fig. 7A). Les plus forts rendements suggèrent qu'ils sont dus au report hydrique qui se définit comme «une irrigation naturelle, complémentaire et simultanée à la pluie qui l'a générée en fonction des conditions naturelles (topographiques, micro morphologiques et d'un horizon profond durci) et anthropiques (travail du sol)». (Valet et al., 2007).

En condition irriguée non limitante, les rendements de toutes les cultures sont drastiquement réduits (par deux à dix) par l'encroûtement superficiel du sol (Fig. 7B).

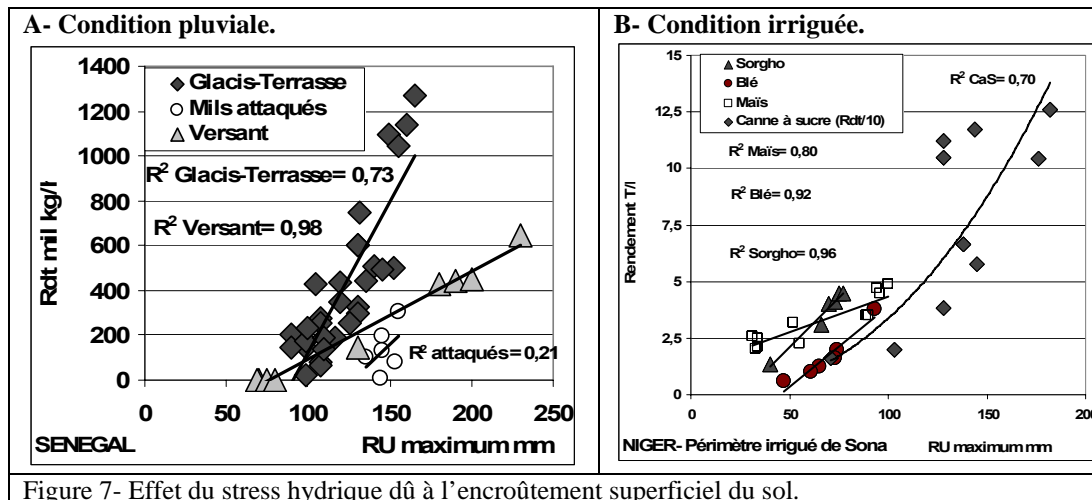


Figure 7- Effet du stress hydrique dû à l'encroûtement superficiel du sol.

Dans les deux cas la prédiction a été estimée avec une assez bonne précision (Mbâ et Valet, 1998 ; Valet et al., 2000).

#### 4. CONCLUSION

L'étude du report hydrique doit être à la base de tout projet de développement durable pour prévoir les actions d'aménagement adéquates par des techniques traditionnelles et innovantes.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

M'BA M. et S. VALET, 1998. Effets de la sodicité et de l'alcalinité sur le fonctionnement hydrique : Critères de prédiction des risques de sécheresse édaphique des sols compacts de la vallée du Niger. 16ème Congrès Mondial de Science du Sol. Montpellier, France. 20-26 08 1998. 7p.

VALET S. Ph. LE COUSTOMER, Cl. COSANDEY et P.S. SAR, 2000. Vive le ruissellement au Sahel : Nouvelle stratégie d'Eco-Développement durable!. 25<sup>èmes</sup> Journées Scientifiques du GFHN, 26-28 nov. 2000, CNRS - Laboratoire de Géographie. 91195, Meudon. 5p.

VALET S., PH. LE COUSTOMER, M. MOTELICA- HEINO, 2007. Les techniques de contrôle du ruissellement et du report hydrique comme outils de gestion et de valorisation agro-forestières : séquestration du carbone et augmentation de la biomasse. Colloque international : Les rémanents en foresterie et agriculture- Les branches : matériau d'avenir ! Lyon, 1 et 2 février 2007- Lyon, 1. Université de Savoie. 4p.