



**HAL**  
open science

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROPRIETES DE RETENTION EN EAU DES MATERIAUX TOURBEUX

Hassan Al Majou, Fatima Laggoun-Défarge, Sébastien Gogo, Ary Bruand

► **To cite this version:**

Hassan Al Majou, Fatima Laggoun-Défarge, Sébastien Gogo, Ary Bruand. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROPRIETES DE RETENTION EN EAU DES MATERIAUX TOURBEUX. Les 41èmes Journées scientifiques du GFHN, Jan 2017, St Michel l'Observatoire, France. 6 p. insu-02081341

**HAL Id: insu-02081341**

**<https://insu.hal.science/insu-02081341>**

Submitted on 27 Mar 2019

**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.

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROPRIETES DE RETENTION EN EAU DES MATERIAUX TOURBEUX

AL MAJOU Hassan<sup>1,2\*</sup>, LAGGOUN-DEFARGE Fatima<sup>1</sup>, GOGO Sébastien<sup>1</sup>,  
BRUAND Ary<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Université d'Orléans, CNRS, BRGM. Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), 1A rue de la Férollerie, 45071 Orléans Cedex 2, France.

<sup>2</sup>: Université de Damas, Département des Sciences du Sol, Faculté Agronomique, PO Box 30621, Damas, Syrie.

\*: Auteur correspondant : ([Hassan.almajou@univ-orleans.fr](mailto:Hassan.almajou@univ-orleans.fr))

## **RÉSUMÉ**

Les tourbières sont des milieux humides caractérisées par l'accumulation de la matière organique produite par un bilan hydrique positif du milieu, et une accumulation de la biomasse végétale produite chaque année par la photosynthèse plus qu'elle ne se décompose, et une capacité de stockage en eau élevée. Pour mieux comprendre le fonctionnement hydrique de ces milieux tourbeux, plusieurs échantillons de tourbe ont été prélevés dans quatre sites de tourbière en France. Les résultats montrent que les teneurs en eau volumiques  $\theta(h)$  aux différentes valeurs de potentiel ( $h$ ) sont variables au sein d'un même site et entre sites différents en fonction de la profondeur. Cette variation de teneur en eau pour s'explique en premier lieu par le degré de décomposition, où la tourbe en profondeur est plus décomposée et plus compacte qu'en surface. Cette différence de décomposition de la tourbe a conduit à des valeurs de densité apparente plus élevées en profondeur. Les caractéristiques morphologiques de la tourbe (sa compressibilité, son degré de décomposition) expliquent la variation de la conductivité hydraulique  $K(h)$ , plus élevée en surface qu'en profondeur.

**Mots clés:** Matériau tourbeux, Rétention en eau, Degré d'humification, État structural.

## **ABSTRACT**

### **CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE WATER RETENTION PROPERTIES OF PEAT MATERIALS**

Peatlands are wetland characterized by organic matter accumulation caused by: a positive water balance of the environment, a net production higher than organic matter decomposition, the high water holding capacity, peat being an organic material that contains over than 90% water and intrinsic porosity can make a high storage capacity of water retention. To better understand the water function of these peat environments, several peat samples were collected from four peat sites in France. The results show that the volumetric water contents  $\theta(h)$  at the different potential values ( $h$ ) are variable within the same site and between different sites as a function of depth. This variation in water content can be explained first by the degree of decomposition, where the peat at depth is more decomposed and more compact than at the surface. This difference in peat decomposition led to higher bulk density values at depth. The morphological characteristics of the peat (its compressibility, its degree of decomposition) explain the variation of the hydraulic conductivity  $K(h)$ , higher in surface than in depth.

**Keywords:** Peat materials, water retention, degree of humification, Structure evolution.

## **INTRODUCTION**

### ***INTRODUCTION***

Les tourbières sont des milieux (écosystèmes particuliers) saturés en eau et composés principalement de plantes dites hygrophytes. C'est-à-dire adaptées au milieu aquatique, et dont la croissance entraîne l'accumulation d'importantes quantités de matière végétale. La lente et incomplète décomposition de ces éléments produit la tourbe. La tourbe, matériau organique formant les sols des tourbières, peut être constituée d'environ 90% d'eau en volume. Ces milieux humides créent des conditions défavorables à la décomposition de la matière organique (MO) et en conséquence, se caractérisent par une accumulation de la MO. Grâce à leur forte capacité de stockage ou rétention en eau qui leur permet de fonctionner comme réservoir d'eau ou éponge, les tourbières sont des puits de carbone (C) (*Lappalainen, 1996*). Bien qu'elles ne représentent que 3 % des terres émergées, les tourbières contiennent près de 30 % du stock de C des sols mondiaux.

L'eau constitue par définition un élément indispensable pour les tourbières, comme pour toutes les zones humides. Sa quantité, sa qualité, son acidité (pH), la minéralisation, la richesse en éléments nutritifs, etc., ainsi que leurs variations dans le temps et l'espace, influent sur la création, l'évolution, et l'éventuelle disparition de ces milieux tourbeux (*Cubizolle et al., 2007*). Et tout changement dans la qualité ou la quantité d'eau alimentant ce milieu tourbeux pourra ainsi réduire à néant, et parfois rapidement, les années de travaux entrepris pour le restaurer. Des réflexions sur la problématique de l'efficacité du stockage et le rôle hydrologique des tourbières n'ont pas fait l'objet d'études scientifiques qui auraient permis de mieux connaître et comprendre le fonctionnement hydrique (propriétés de rétention en eau, conductivité hydraulique) des milieux tourbeux (*Porteret, 2008*).

Les propriétés hydriques des tourbes jouent donc un rôle primordial pour maintenir les conditions favorables à l'accumulation de C. Ces propriétés peuvent être variables au sein d'un même site et entre différents sites selon la variabilité spatiale (diversité des végétations et des conditions climatiques et géomorphologiques), et la variabilité temporelle (compressibilité de la tourbe, degré de décomposition) et peuvent ainsi influencer le volume des pores en affectant les propriétés (rétention, conductivité...) qui y sont liées le long d'un profil de tourbe (*Price & Schlotzhauer, 1999*). La connaissance de ces propriétés hydriques est donc vitale pour être à même de protéger ou, en cas de dysfonctionnement identifié, d'intervenir sur les secteurs à enjeux, y compris à l'échelle du bassin versant de la tourbière.

L'objectif de ce travail est d'étudier la variabilité intra- et intersites des propriétés hydriques de la tourbe dans le cadre du réseau de sites du Service National d'Observation Tourbières (SNOT). Pour répondre à cet objectif, les propriétés de rétention en eau  $\theta(h)$  et la conductivité hydraulique  $K(h)$  sont mesurées dans ces différents sites et mis en relation avec les types de végétation et l'état de dégradation de la tourbe.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES MATERIALS AND METHODS

Plusieurs carottes de tourbe (de 30 ou 60 cm d'épaisseur) ont été prélevées dans les quatre sites du SNOT (D'Angelo *et al.*, 2016). Pour chaque carotte et selon le degré d'évolution de la tourbe, 6 tranches de 5 cm d'épaisseur ont été découpées. Des mesures physico-chimiques (densité apparente, porosité et degré d'humification) et hydriques (teneur en eau aux différentes valeurs de potentiel hydrique et conductivité hydraulique  $K(h)$  estimée en utilisant le programme de RETC (van Genuchten *et al.*, 1991) ont été mesurées (tableau 1).

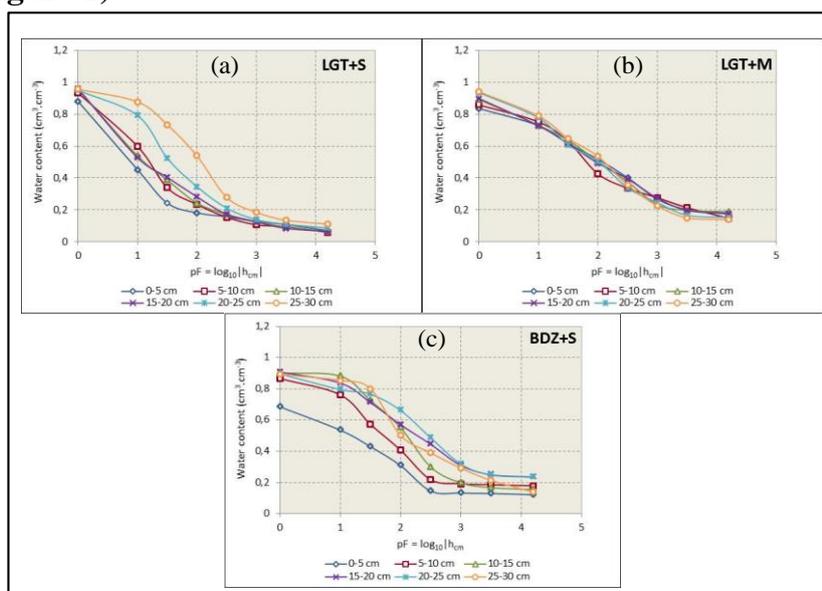
**Tab. 1** – Caractéristiques des échantillons de tourbes étudiés. *Characteristics of the studied peat samples.*

	C/N	IPP	K(h) m.s <sup>-1</sup>	PT %	D <sub>a</sub> g.cm <sup>-3</sup>	Teneur en eau (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )	
						$\theta_{1,0}$	$\theta_{4,2}$
Moy.	27,4	52	$6,4 \cdot 10^{-3}$	93	0,13	0,73	0,15
É.T.	14,5	47	$2 \cdot 10^{-2}$	6	0,17	0,12	0,07
Min.	12,1	9	$1,2 \cdot 10^{-5}$	62	0,04	0,45	0,06
Max.	72,1	224	$8 \cdot 10^{-2}$	97	1,0	0,93	0,40

(IPP): Indice de pyrophosphate (degré d'humification) ; (PT): Porosité totale ;  $K(h)$ : Conductivité hydraulique à une valeur de potentiel ; ( $\theta_{1,0}$ ): Teneur en eau volumique à -10 hPa ; ( $\theta_{4,2}$ ): Teneur en eau volumique à -15000 hPa.

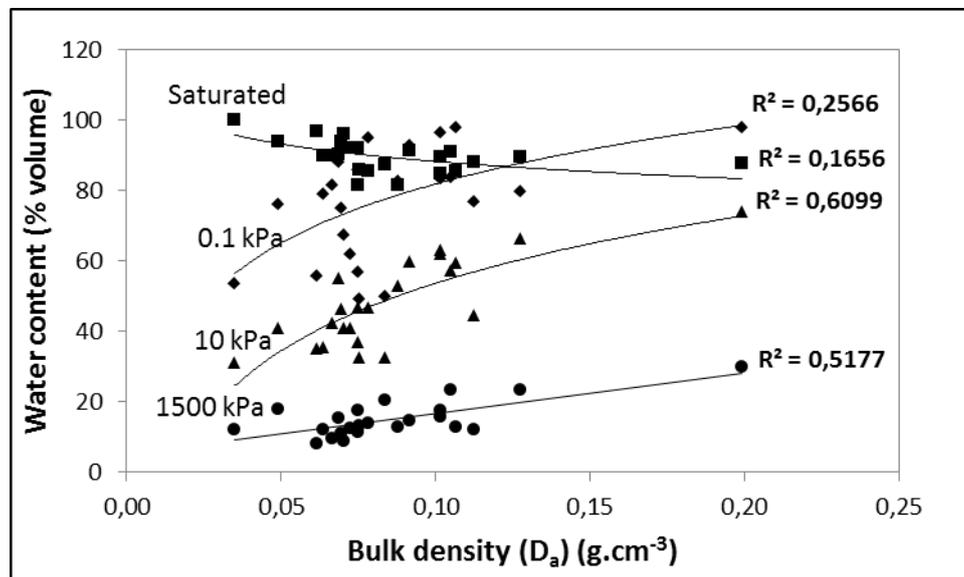
## RÉSULTS AND DISCUSSION RESULTS AND DISCUSSION

Les teneurs en eau volumiques aux différentes valeurs de potentiel hydrique d'une tourbe varient d'un horizon à l'autre. La teneur en eau volumique est moins élevée en surface qu'en profondeur. Cette différence est plus marquée dans la tourbe à sphaignes que celle composée de molinie, et ce au sein d'un même site (la Guette), et entre sites différents, (haut marais à sphaignes à Bernadouze et bas marais à sphaigne et molinie à La Guette) (figure 1).



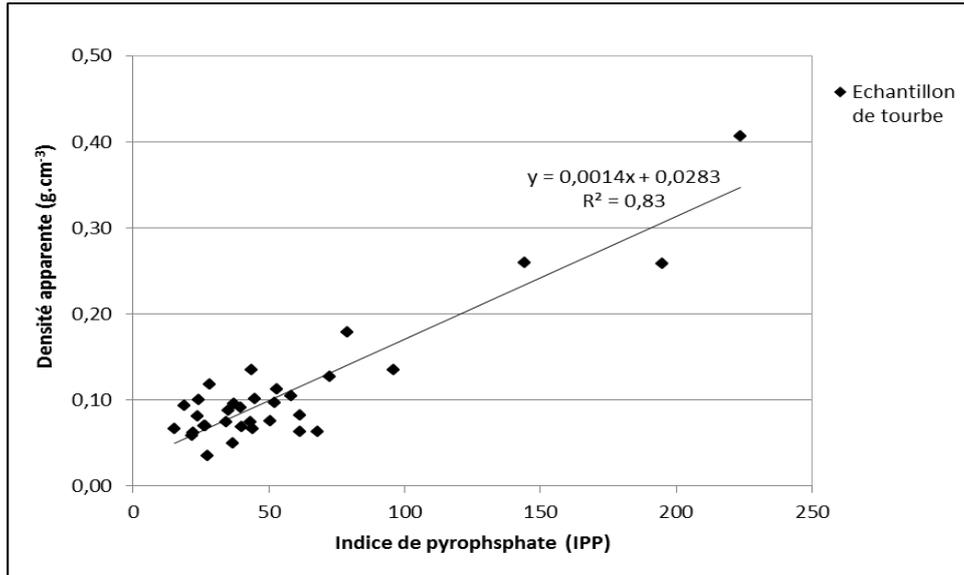
**Fig. 1** – Courbe de rétention en eau des échantillons de tourbe d'un même site (a, b), et entre sites différents (c). – *Water retention curves for peat samples at the same site (a, b), and different sites (c).*

A chaque valeur de potentiel, la variation de la quantité d'eau retenue par le matériau tourbeux s'explique en premier lieu par l'évolution de son état structural lié à la composition végétale originelle, marquée dans les échantillons de surface et devenant de moins en moins distincte en profondeur au fur et à mesure de l'humification. La tourbe en profondeur est plus décomposée qu'en surface, ce qui conduit à une diminution de la porosité, du volume spécifique, et à une augmentation de la densité apparente. Le degré d'humification augmente naturellement avec la profondeur, mais cette croissance n'est pas nécessairement régulière et peut être différentes entre les sites. Les valeurs de la densité apparentes tendent à être plus élevées en profondeur qu'en surface excepté pour certains horizons. La proportion de variance de la teneur en eau expliquée par la densité apparente (état structural), augmente lorsque le potentiel décroît. La densité explique 26%, 61% et 52% de la variation de la teneur en eau à -0,1 kPa, -10 kPa, -1500 kPa respectivement (**figure 2**).

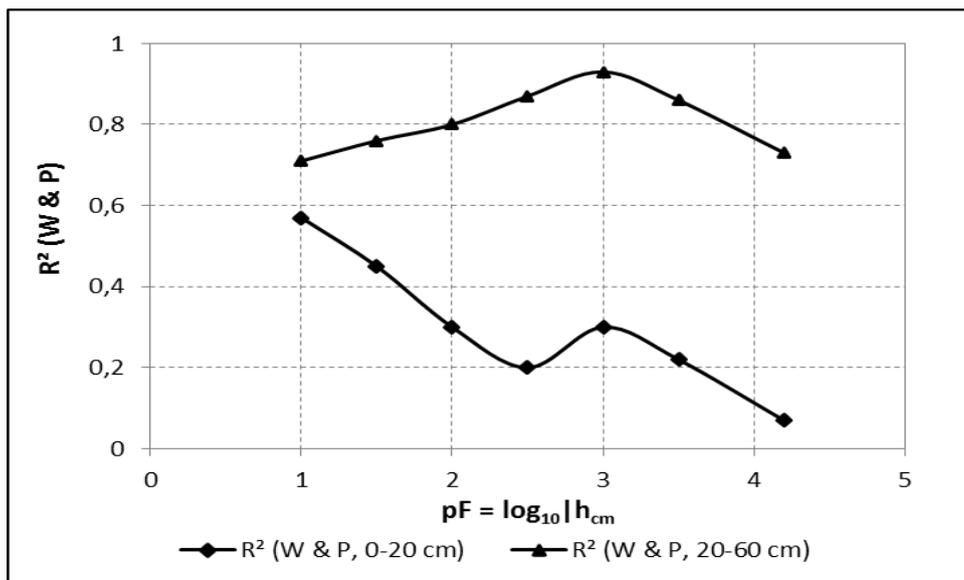


**Fig. 2** – Variation de la teneur en eau volumique ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) des échantillons de tourbe en fonction de la densité apparente. – *Water retention in peat as a function of bulk density.*

Les résultats montrent aussi que la densité apparente est liée en grande partie au degré de décomposition ( $R^2 = 0.83$ ) (**figure 3**). La distinction entre les horizons de surfaces (0-20 cm), et ceux plus profonds (20-60 cm), pour l'ensemble des données utilisées ( $n = 52$ ), a permis de mieux corrélérer la teneur en eau massique en fonction de la profondeur avec la porosité (**figure 4**). Cette proportion de variance est plus élevée en profondeur ( $R^2$  de 0.71 à 0.93), qu'en surface ( $R^2$  de 0.07 à 0.57), et qu'elle augmente lorsque le potentiel décroît en profondeur, alors qu'elle diminue lorsque le potentiel décroît en surface. Par contre, à une certaine profondeur, le processus d'humification devient faible du fait des conditions acides et anoxiques empêchant la transformation de se poursuivre. Enfin, la conductivité hydraulique est aussi liée au degré de décomposition, et à la compression de la tourbe. En effet, l'augmentation de la porosité remplie d'eau (pores fins et très fins) en profondeur est accompagnée d'une valeur faible de la conductivité, alors qu'elle est plus élevée en surface (**figure 5**).



**Fig. 3** – Variatio de la densité apparente en fonction du degré d’humification (IPP).– *Relationship between bulk density and degree of humification.*



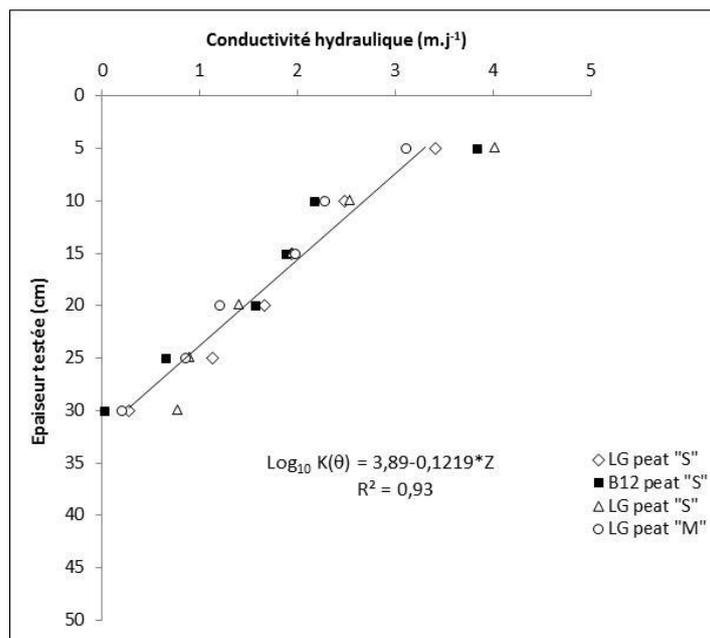
**Fig. 4** – Variation de la teneur en eau massique ( $\text{g.g}^{-1}$ ) en fonction de la porosité après séparation les échantillons de surface et ceux de profondeur. ).– *Relationship between gravimetric water content et porosity of peat samples accordinfg to the depth.*

Cette variation de la  $K(h)$  en fonction de l’épaisseur de tourbe est bien expliquée par son état de transformation en substance humique et sa compressibilité en profondeur ( $R^2 = 0.93$ ).

## CONCLUSION

### CONCLUSION

Les résultats montrent que le comportement hydrologique d’une tourbe est affecté par le drainage et la diversité végétale au sein d’un même site, et entre sites différents. Ces modifications interagissent avec l’activité biologique qui modulerait les processus d’humification, ce qui en retour pourrait avoir des effets sur les propriétés hydriques des sols de tourbières.



**Fig. 5** – Conductivité hydraulique en fonction de la profondeur pour différents échantillons de tourbe. – *Hydraulic conductivity according to the depth of different peat samples.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**CUBIZOLLE H., PORTERET J., ETLICHER B., SACCA C., 2007**– Fonctionnement et conservation des tourbières. *Actes du colloque de Goutelas, 5-7 octobre 2005, Saint-Étienne, p 365-381.*

**D'ANGELO B., GOGO S., LAGGOUN-DEFARGE F., Le MOING F., JEGOU F., GUIMBAUD C., 2016**– Soil Temperature Synchronisation improves representation of diel variability of Ecosystem Respiration in *Sphagnum* Peatlands. *Agricultural and Forestry Meteorology, 223: 95-102.*

**LAPPALAINEN E., 1996**– General review on world peatland and peat resources. In: Lappalainen E. (Ed.), *Global peat resources, UNESCO, IPS, Geol Survey of Finl, pp.53-56.*

**PORTERET J., 2008**– Fonctionnement hydrologique des têtes de bassin versant tourbeuses du Nord-Est du Massif Central. *Thèse de doctorat Interface Nature Société. Université Jean Monnet. Saint-Étienne. 414p.*

**PRICE J.S, SCHLOTZHAUER S.M., 1999**– Importance of shrinkage and compression in determining water storage changes in peat: the case of a mined peatland. *Hydrological processes, 13, pp. 2591-2601.*

**VAN GENUCHTEN M.Th., LEIJ F.J., YATES S.R., 1991**– The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. USDA Salinity Laboratory, Riverside, CA, *United States Environmental Protection Agency, document EPA/600/2-91/065.*

## REMERCIEMENT

Cette étude a été réalisée avec le soutien du Labex VOLTAIRE (ANR-10-LABX-100-01) et le Service National d'Observation Tourbières (SNOT).