



Sensibilité à l'eau, imbibition

Vincent Picandet (IRDLD)





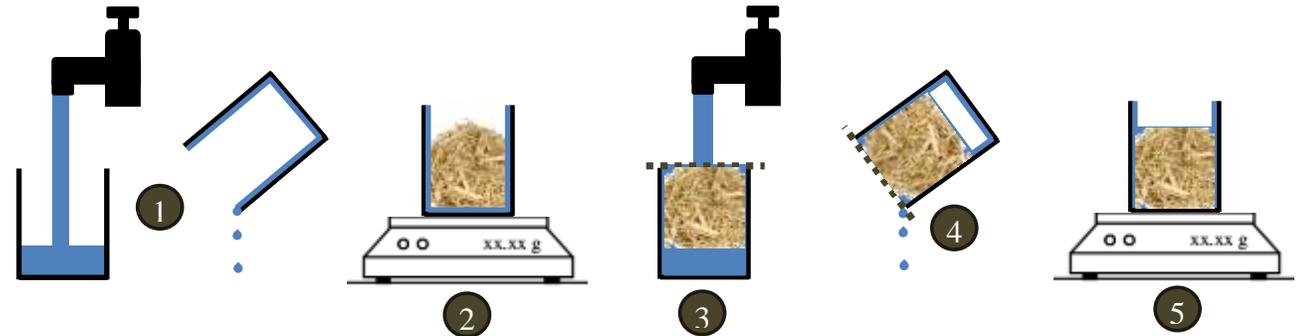
- But : Caractérisation → cinétique d'absorption
- Quelques rappels des modèles utilisés
 - Mesure sur des particules immergées (Caractérisation)
 - Imbibition, avec diffusion unidirectionnelle
- Mesures sur des éprouvettes
 - Méthodes : séquentielle ou continue
 - RRT – éprouvettes de béton de chanvre
 - Domaine d'application des modèles de base
- Conclusion

Particules végétales immergées



- Capacité d'absorption d'eau

Recommendation of the RILEM TC 236-BBM



- Modèles associés :

- Loi de diffusion
- D_w : diffusivité hydrique

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \nabla (D_w \nabla w) \quad \text{si } D_w \text{ constant et particule sphérique}$$

$$w = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{n^2} \right) \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 D_w}{r^2} t \right)$$

- Approximation w homogène au sein des (petites) particules – Biot approx.

$$\frac{dw}{dt} = \alpha (w_{sat} - w) \quad w = w_{sat} [1 - \exp(-\alpha t)]$$

Quelques résultats



- Evolution très rapide au départ
 - Quasi linéarité en $\log(t)$

$$w(t) = I_{RA} + K \log_{10}(t)$$

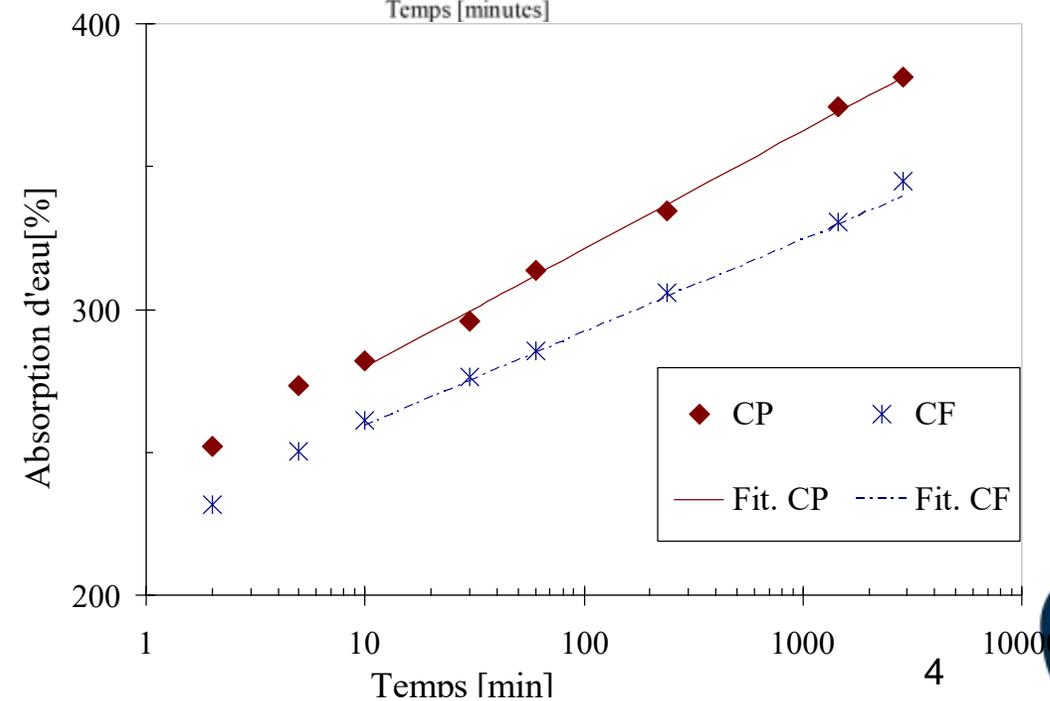
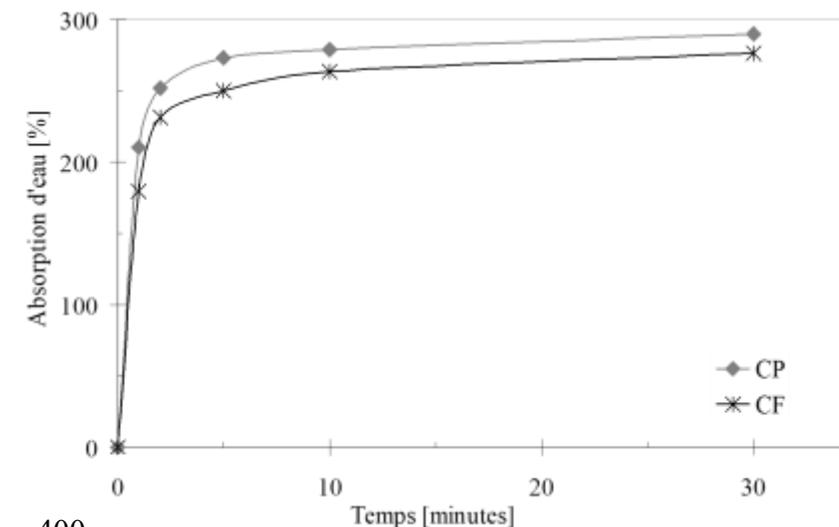
- $\rightarrow \frac{dw}{dt} = \frac{\alpha}{t}$

- Remarque :

$$w = w_{sat} [1 - \exp(-\alpha t)]$$

- $\rightarrow \frac{dw}{dt} = \alpha (w_{sat} - w)$

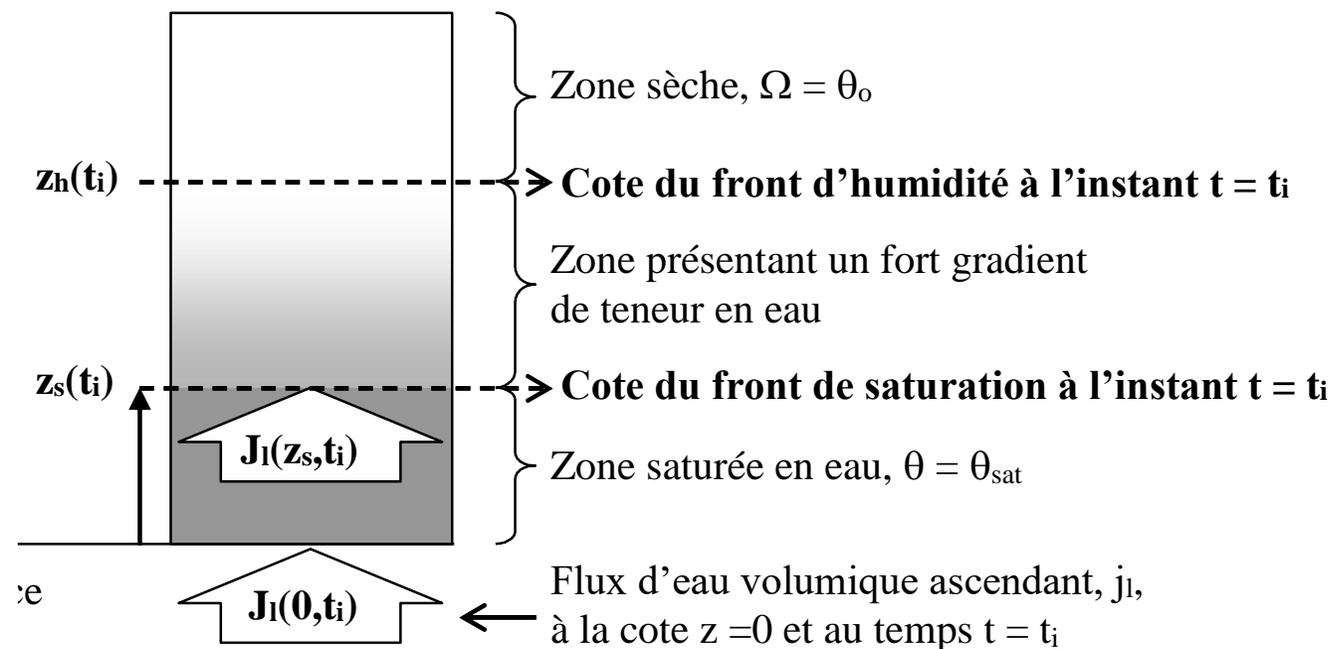
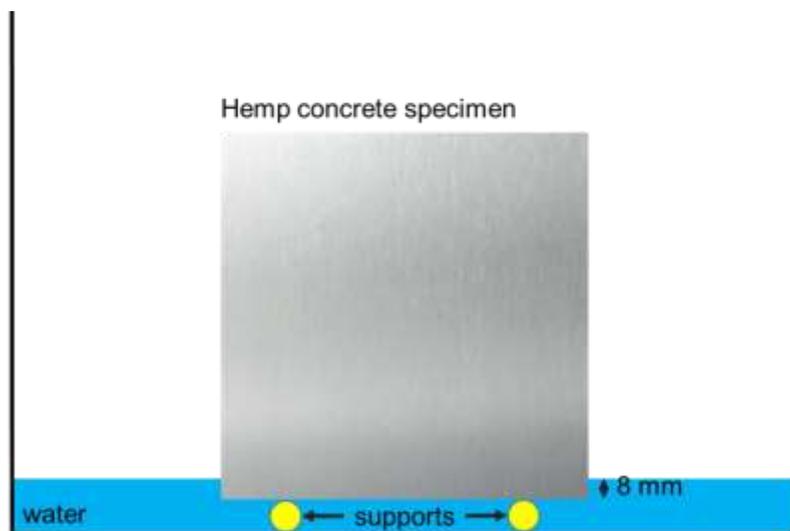
- Quasi linéarité si $0,2 \leq \frac{w_{sat} - w}{w_{sat}} \leq 0,95$



Principe de l'imbibition



- Imbibition à charge hydraulique nulle ou positive
- Imperméabilisation des faces latérales \rightarrow diffusion unidirectionnelle



Mesure sur des éprouvettes



- Imbibition

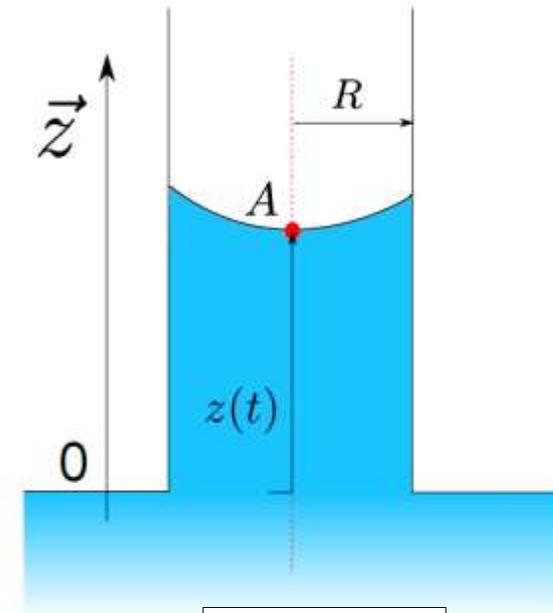
- Capillarité : $P_c = P_{gaz} - P_{liq} = \frac{2\sigma \cos \theta_\tau}{R} = \Delta P$

σ : tension superficielle
 θ_τ : angle de contact

- Modèle de Washburn (Capillaire simple en régime permanent)

- $\dot{z} = k_v \left(\frac{\Delta P}{z} - \rho g \right)$ avec $k_v = \frac{R^2}{8\mu}$

μ : viscosité dynamique



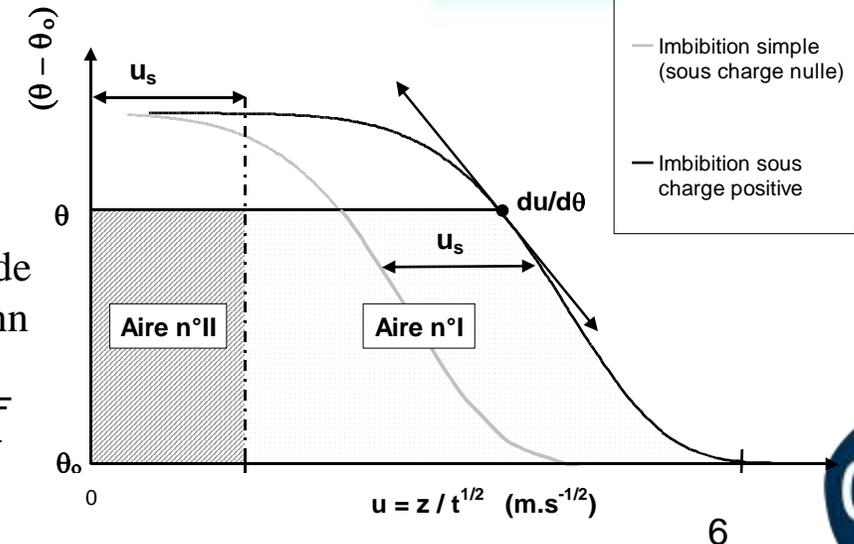
- En négligeant $g \rightarrow z(t) = \sqrt{2k_v \Delta P t}$

- Diffusivité hydrique isotherme

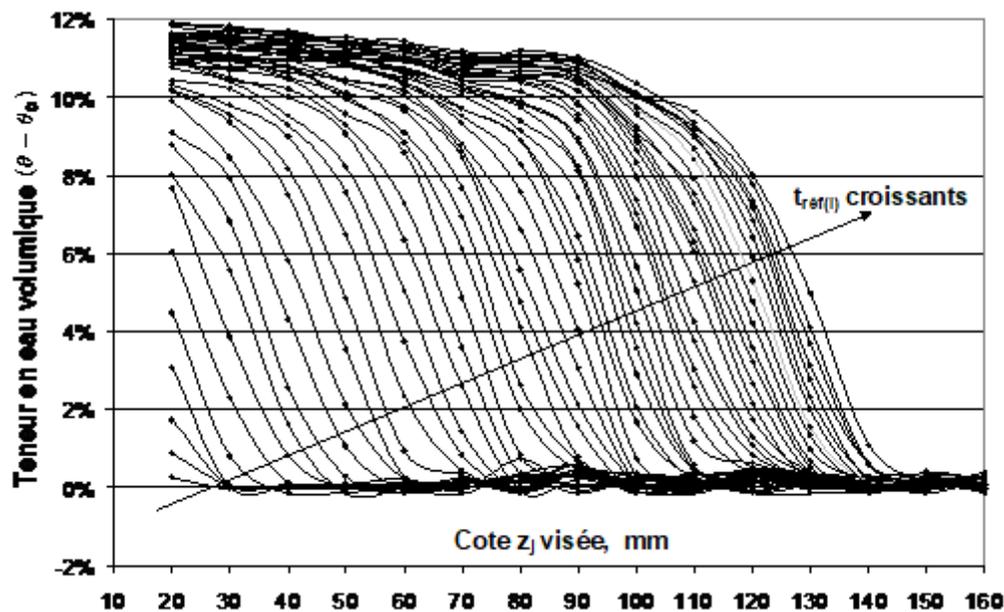
$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_w(w) \frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad D_w = -\frac{1}{2} \frac{dw}{du} \int_0^{w\%} u(w) dw$$

variable de Boltzmann

$$u = \frac{z}{\sqrt{t}}$$



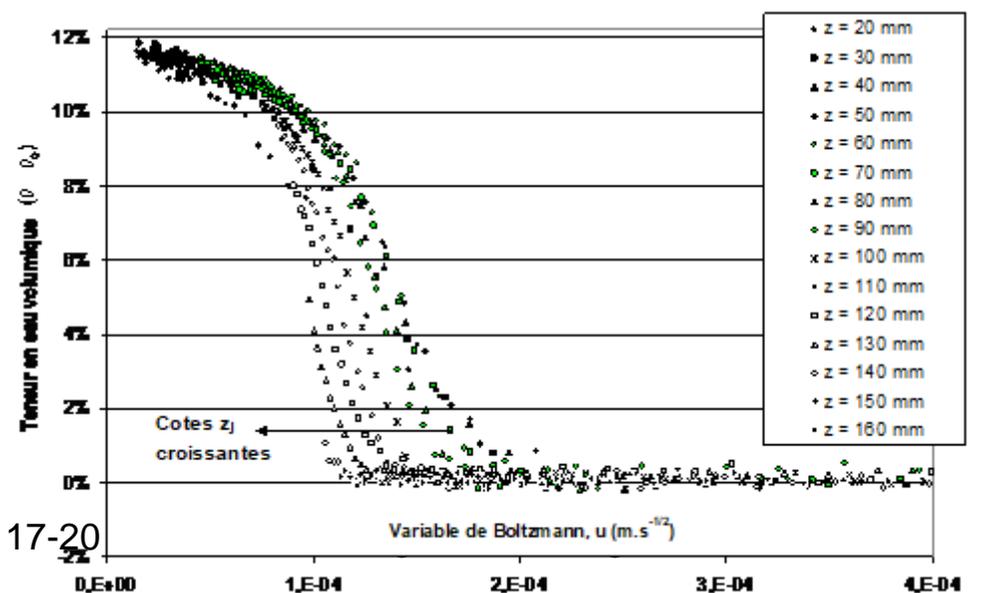
Succion des matériaux poreux hygroscopiques



$$w = f(z, t)$$

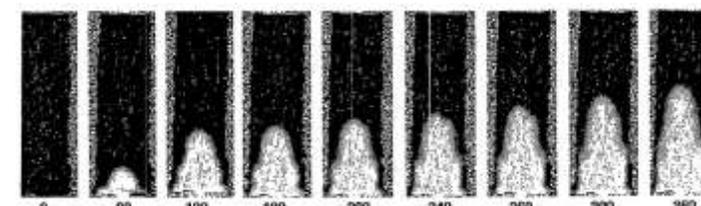
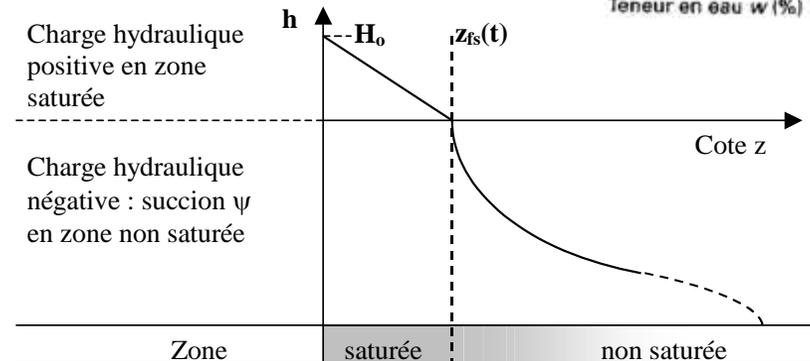
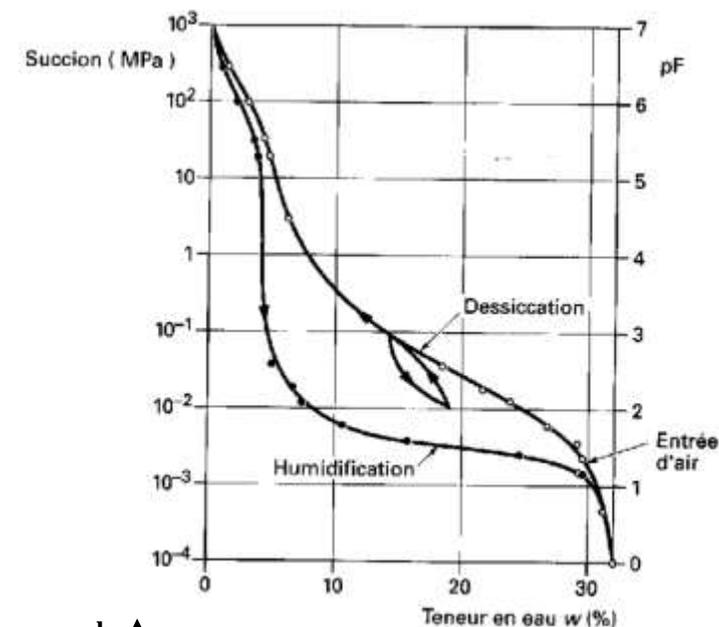
D_w : coefficient de diffusion global :
en phase liquide
+ phase vapeur

$$D_w = D_{wv} + D_{wl}$$

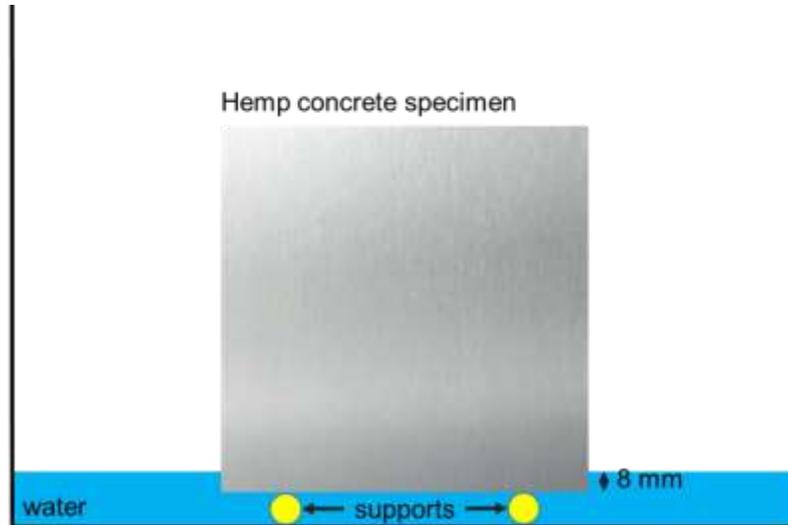


$$w = f\left(u = \frac{z}{\sqrt{t}}\right)$$

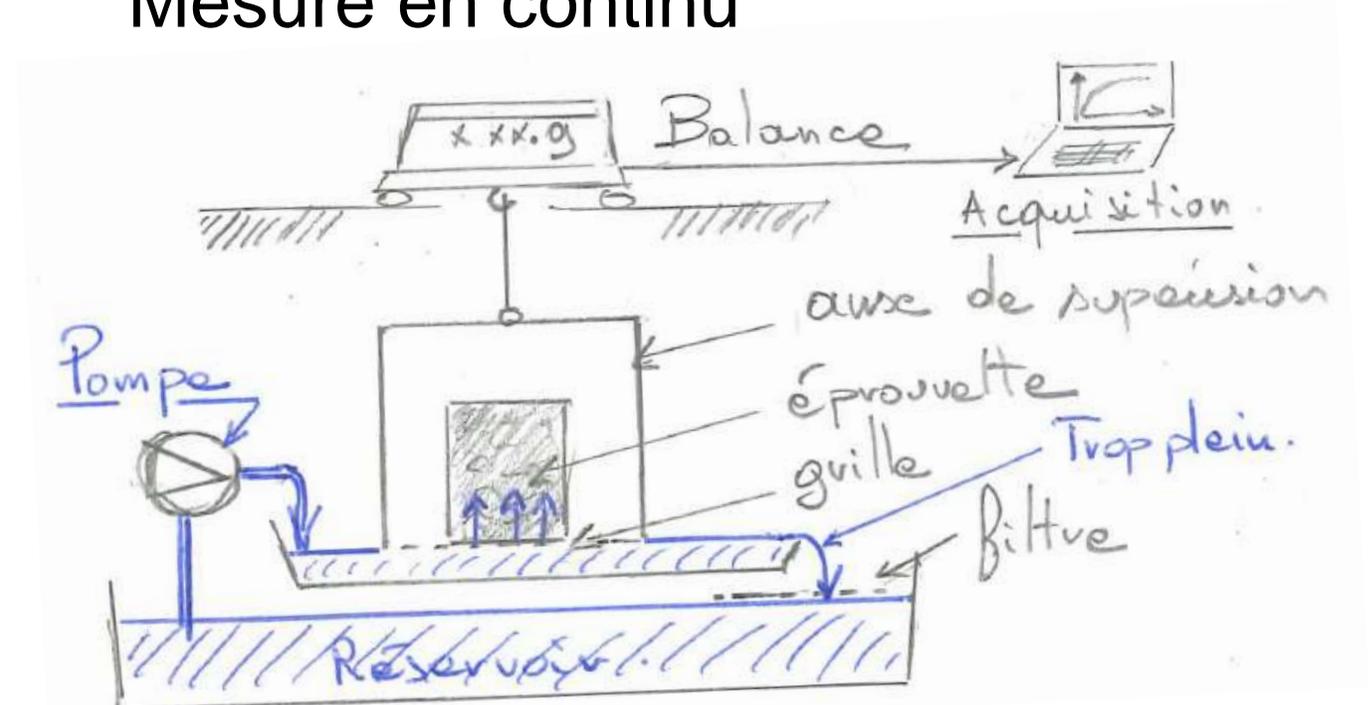
Vue en coupe :
Profils iso- w de type parabolique



- Mesure séquentielle



Mesure en continu



- Séchage préalable à 60°C
- Mesures à $t = 1, 5, 15, 30, 60, 120, 180, 240, 360, 1440$ and 2880 minutes
- Mesure de W en kg/m^2 au cours du temps, à 20°C

RRT RILEM 275 HDB



- Test d'un béton de chanvre (cubes de 150mm de côté, ou 75x75x150mm³)
- 8 Laboratoires, testent 3 à 16 éprouvettes

QUB



UNL



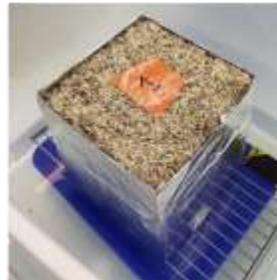
COPPE



BBR



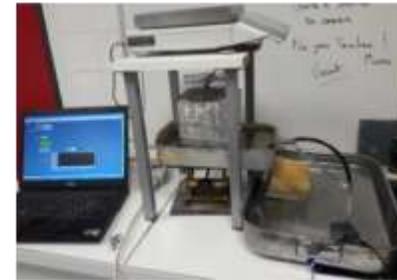
Univ. Eiffel



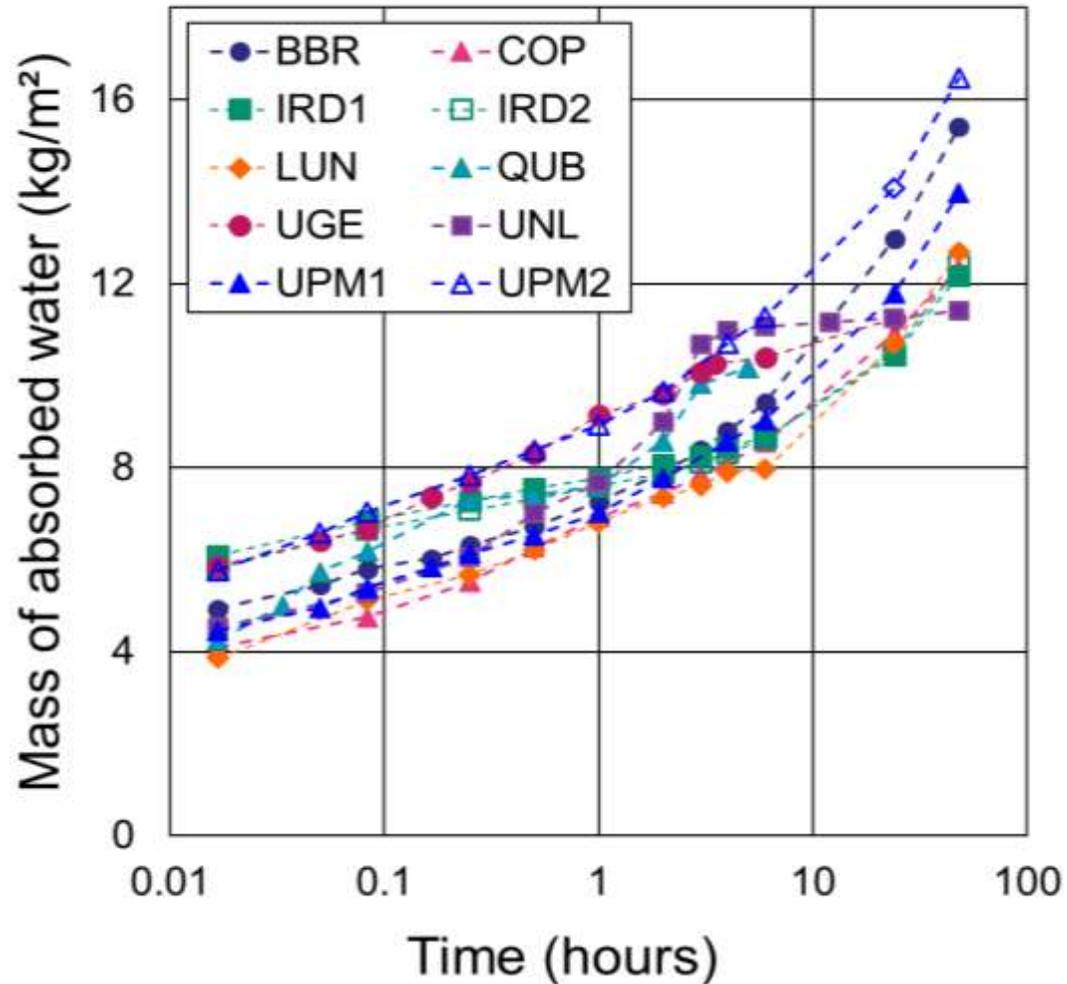
UnivPM



IRDL



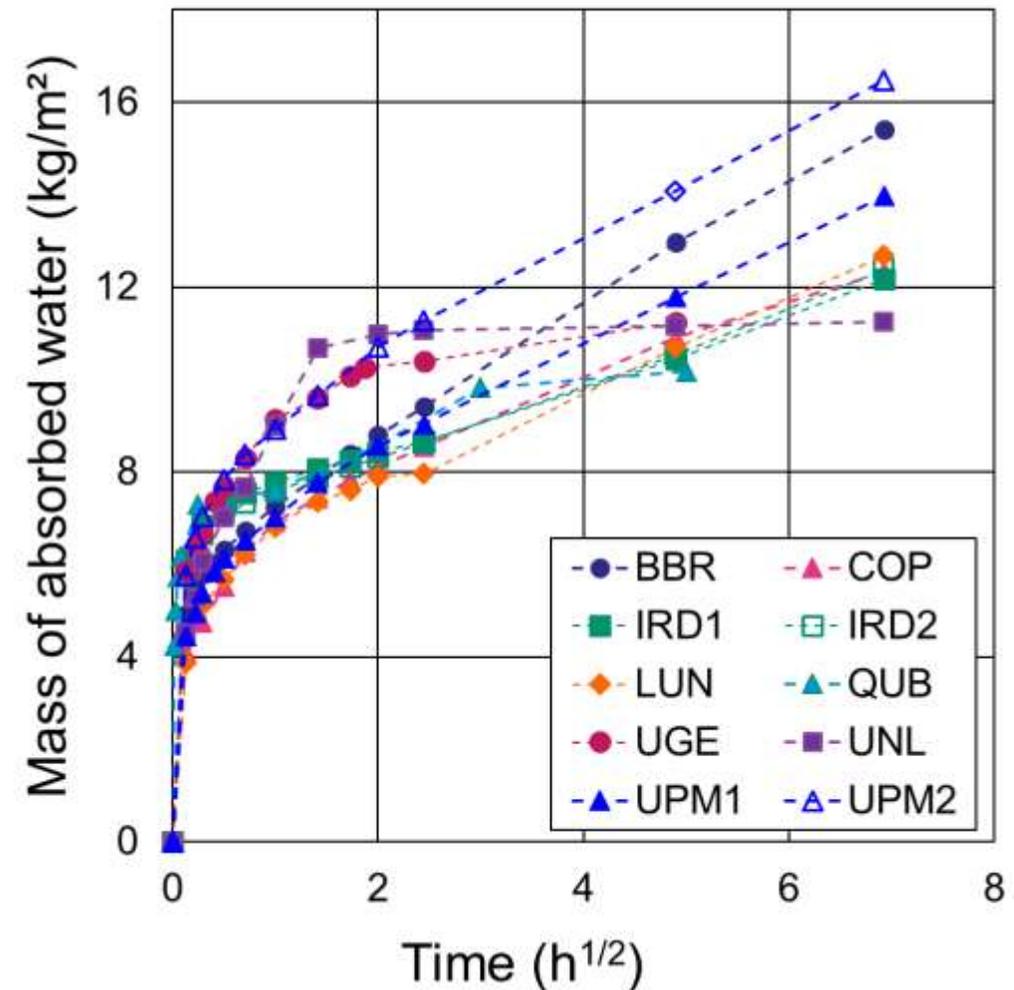
Résultats – $W = f(\text{Log}(t))$



– $W = f(t^{1/2})$



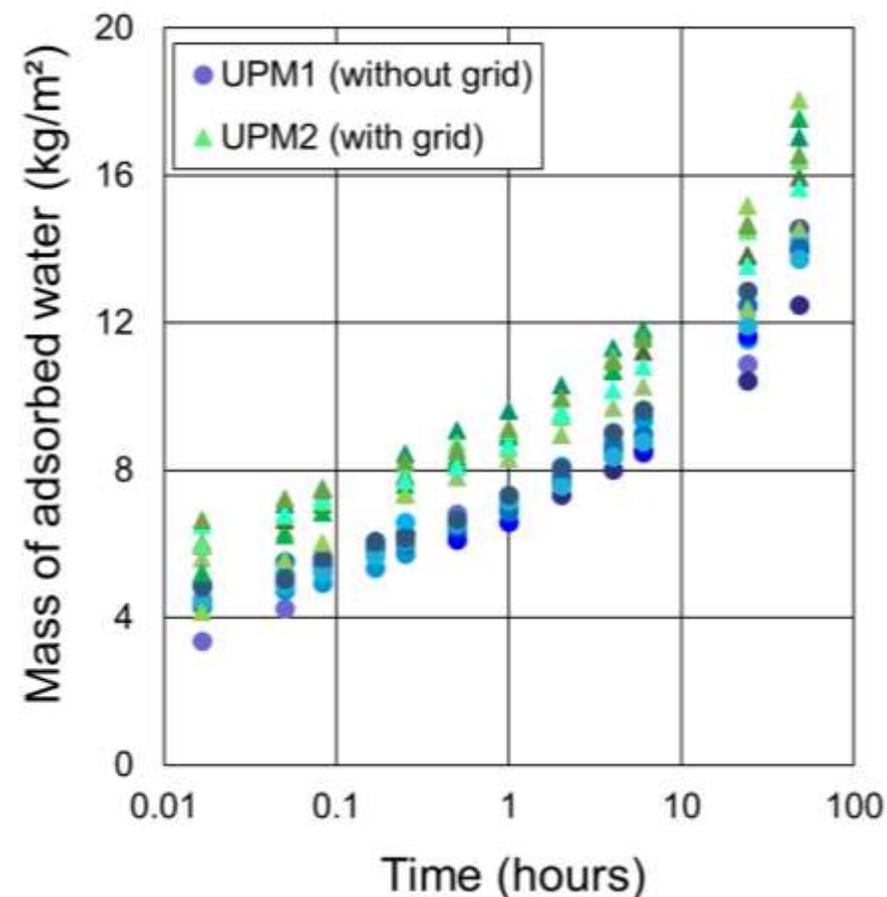
GdR MBS
MATÉRIAUX de CONSTRUCTION BIOSOURCÉS



Principales sources de dispersion



- Problèmes liés à la manipulation et dégradation du matériau
- Décompte du temps de mesure (pesée) en mesure séquentielle
- Imperméabilisation des surfaces latérales difficile à assurer
- Maintien constant du niveau d'eau à la base des éprouvettes
- Etats de surface variables

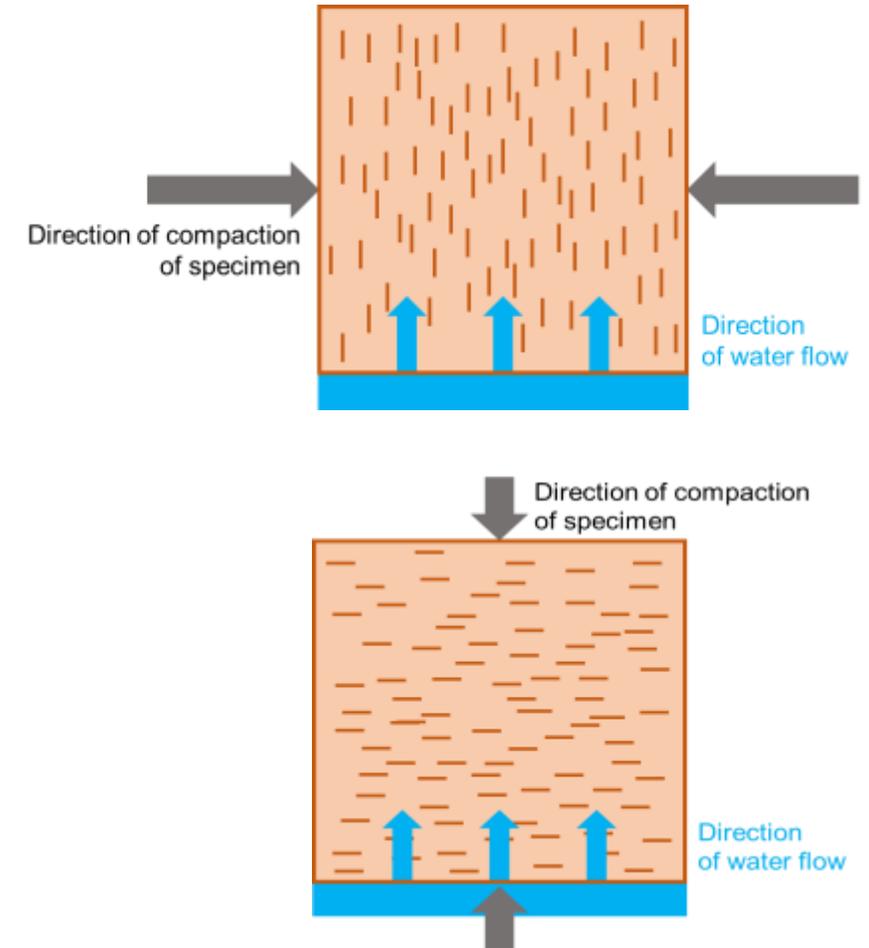
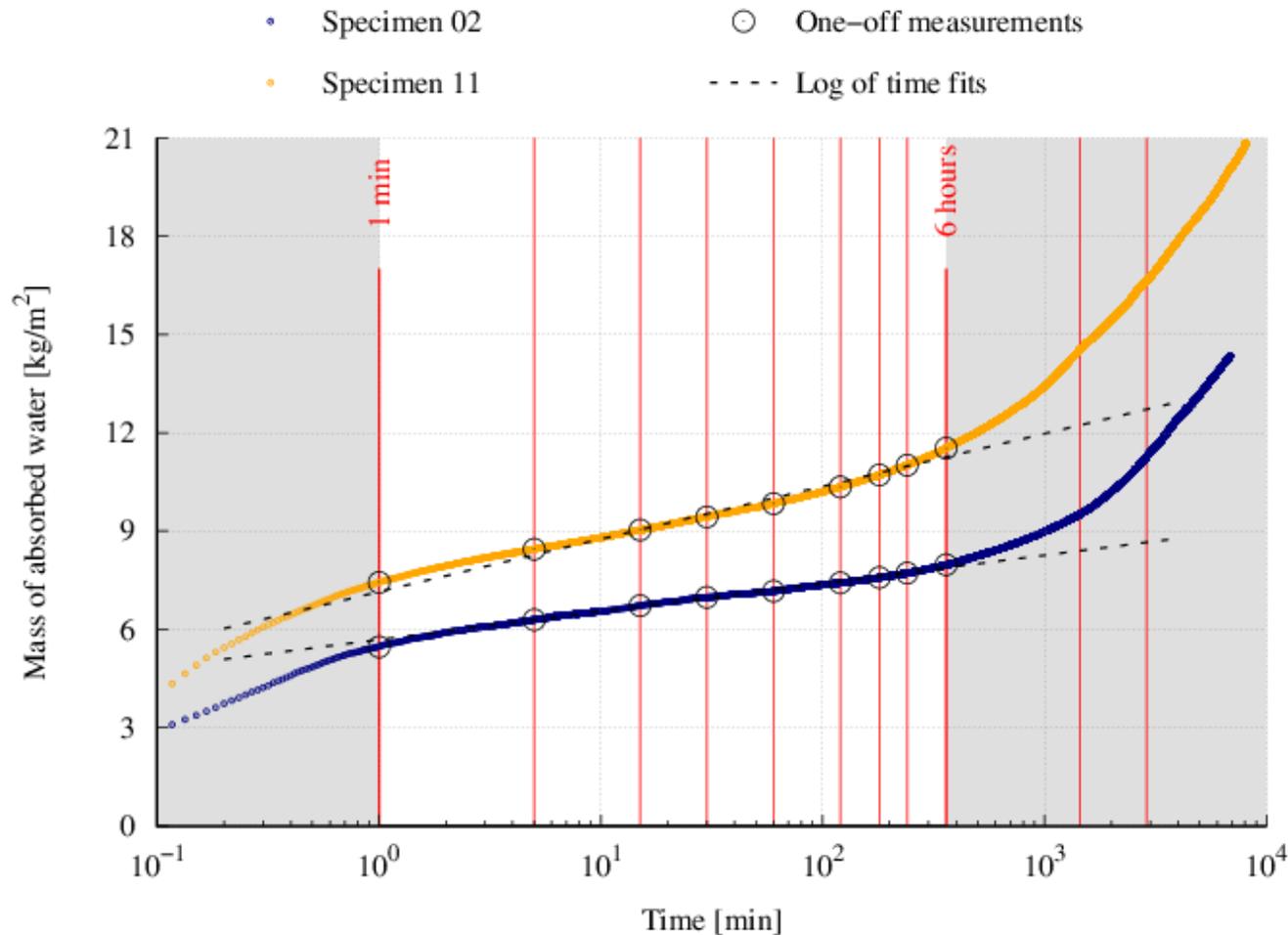


Observation selon Log(t)

1min-6h



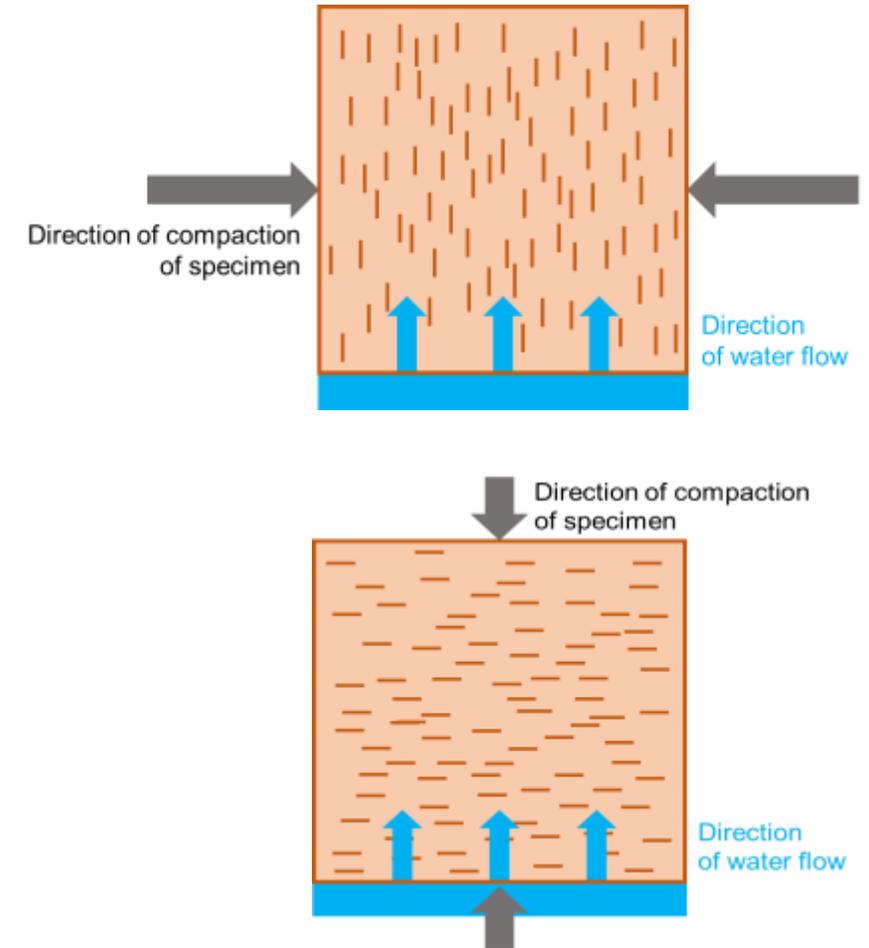
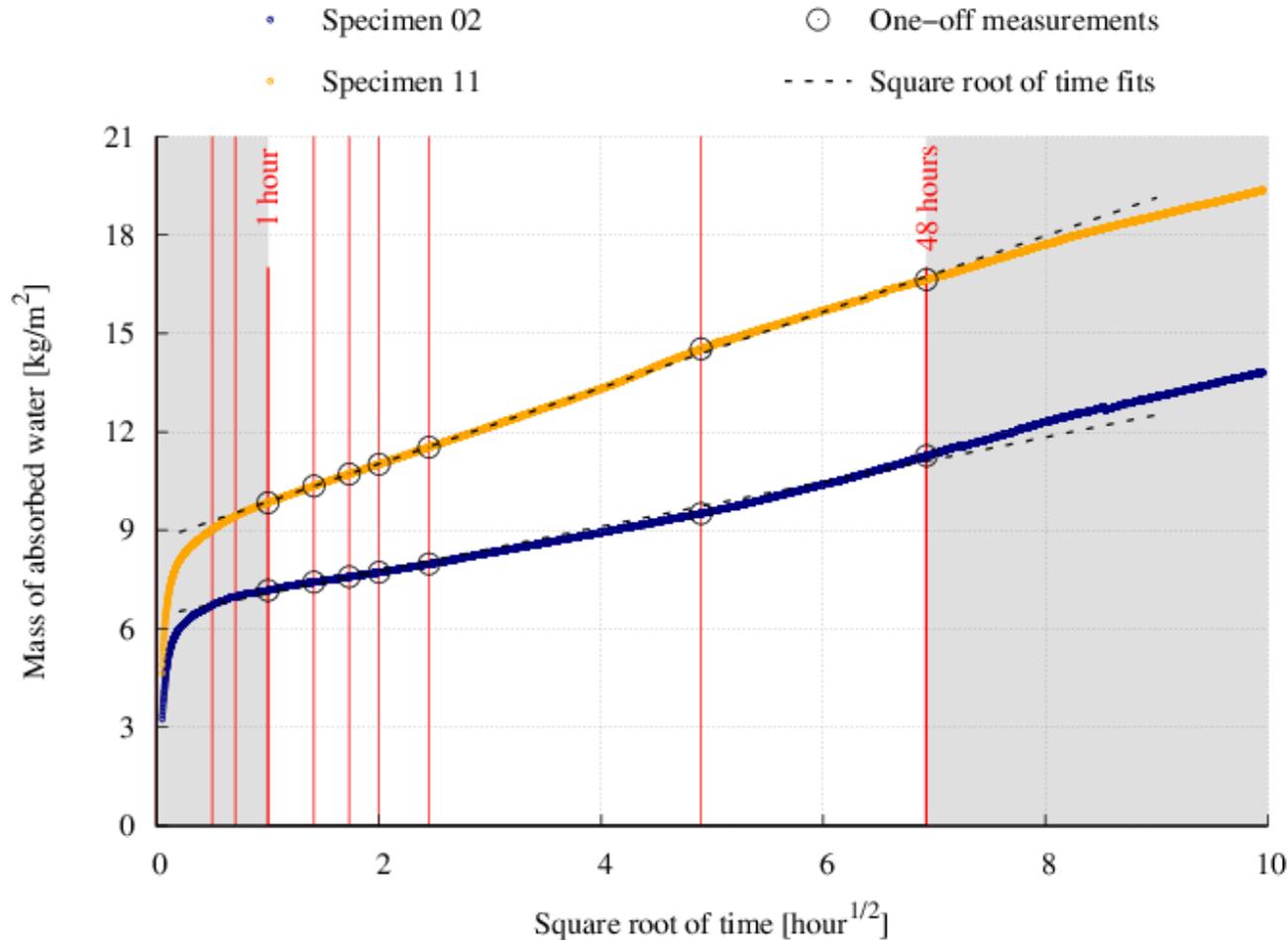
$$W = K_1 \log(t) + IRA$$



Observation selon Racine(t) 1h-48h



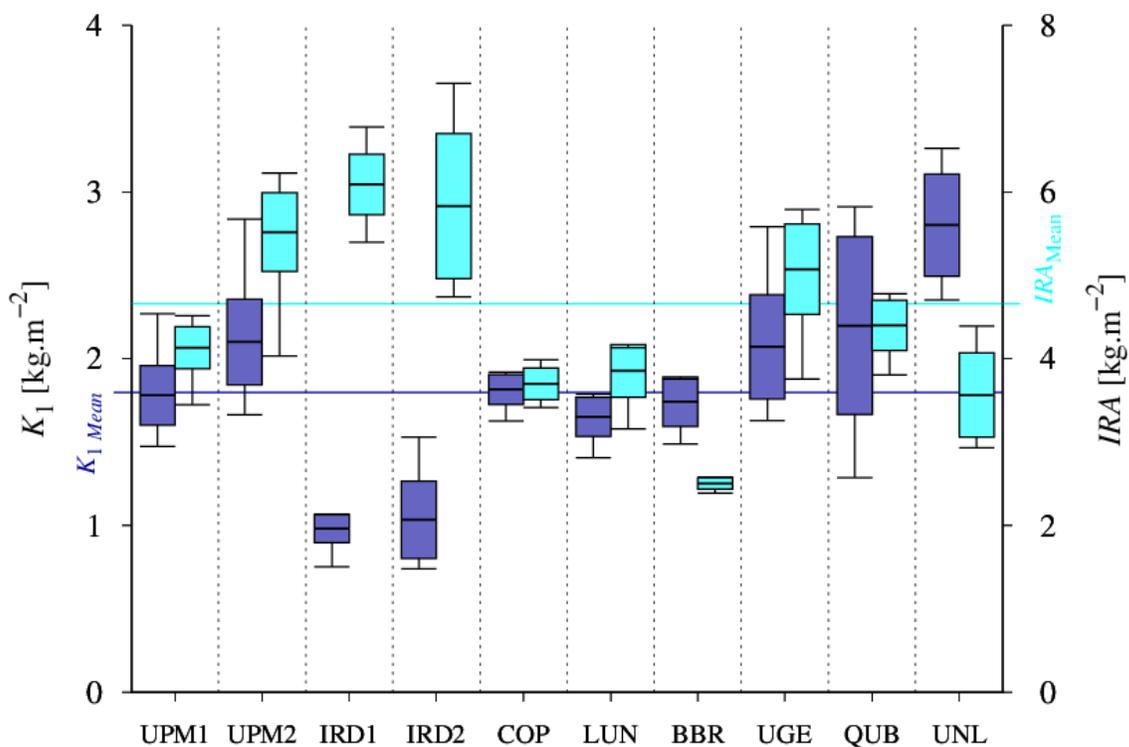
$$W = C_A \sqrt{t} + k$$



- Modèle linéaire en Log(t) 1min-6h

$$W = K_1 \log(t) + IRA$$

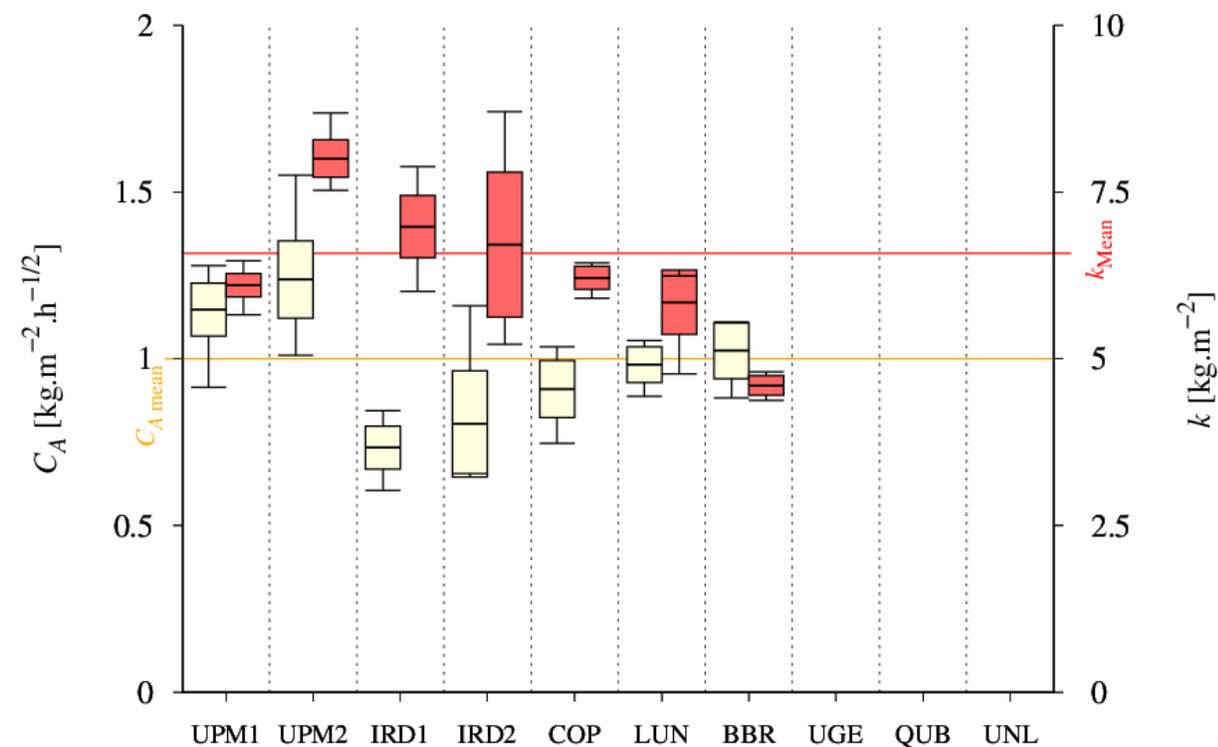
■ K_1 , quartiles
■ IRA , quartiles



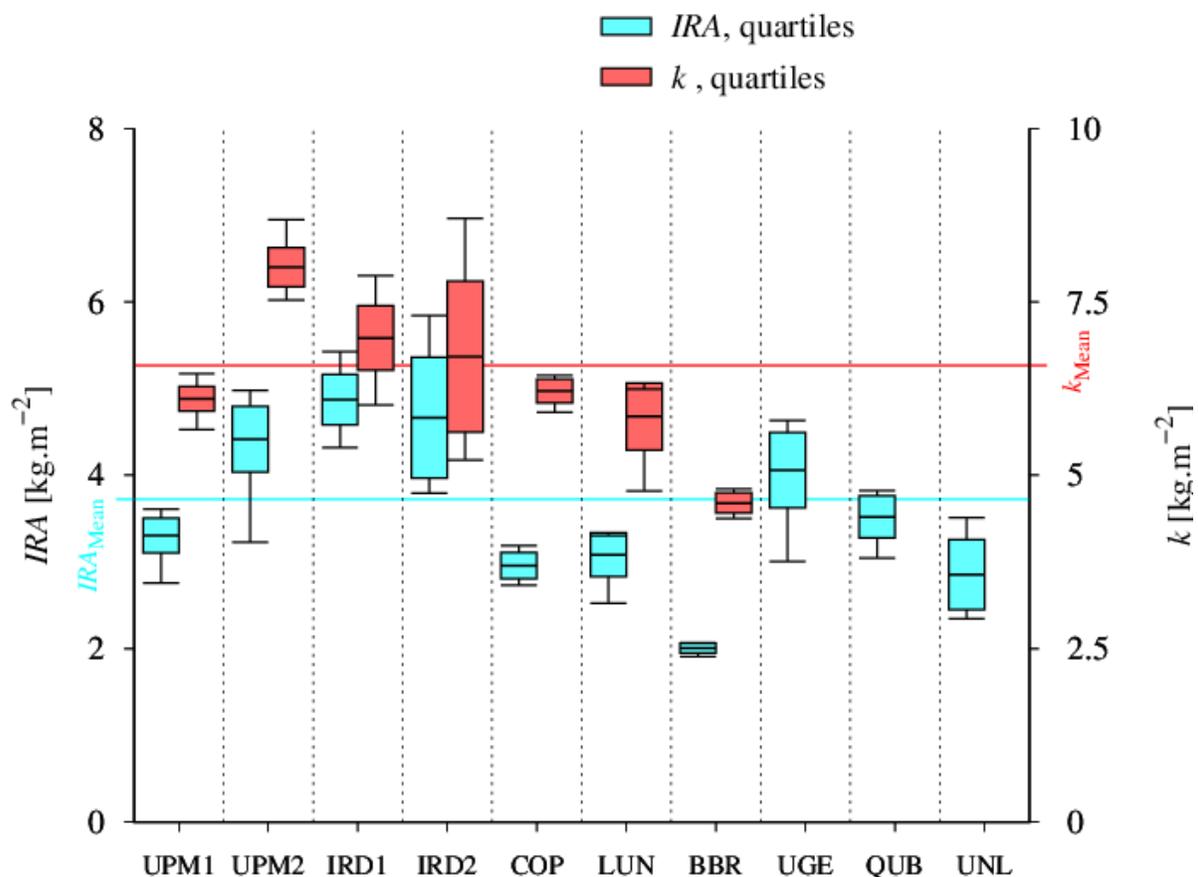
- Modèle linéaire en Racine(t) 1h-48h

$$W = C_A \sqrt{t} + k$$

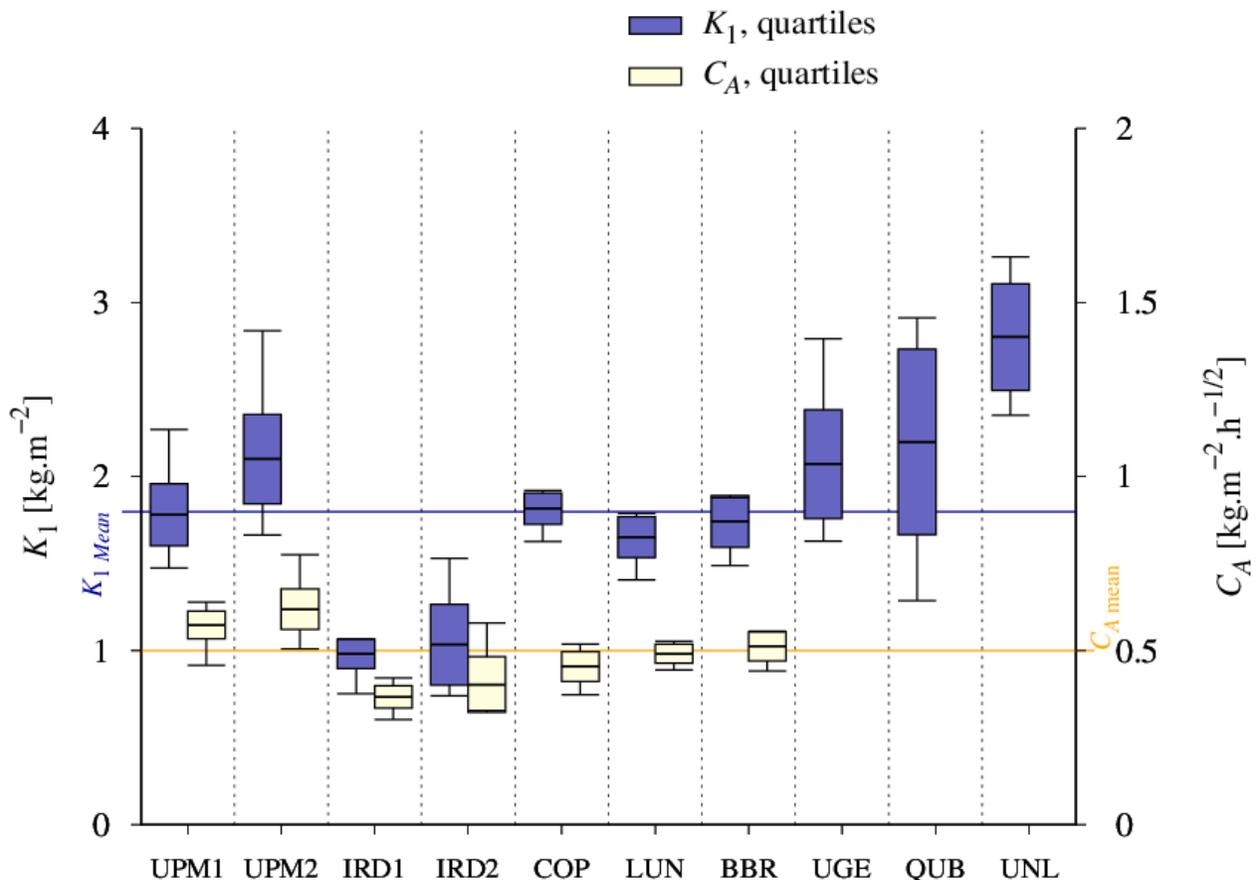
■ C_A , quartiles
■ k , quartiles



- Paramètres statiques



Paramètres dynamiques



Concordance des résultats pour C_A

Conclusion



- Essai simple
 - Accessible, « low cost »
 - Représentatif d'une situation accidentelle
 - Discriminant
- Applicable aux matériaux bio-sourcés : attention !
 - Forte capacité d'absorption
 - Variation dimensionnelle, dégradations
 - Choix du temps d'observation
- Protocole expérimental adapté
 - Si répétable et modèle phénoménologique adapté
 - → caractérisation à partir de 2 paramètres