

Redistribution de la pluie et fonctionnement hydrologique 3D du système sol-bananière

Stéphane RUY¹, Antoine FINDELING², Philippe CATTAN³, Yves-Marie CABIDOUCHE⁴, André CHAMBAREL¹, Julie SANSOULET⁴, François BUSSIÈRE⁴, Jennifer MARTIN^{1,3} et Soizic HEUZÉ^{1,3}

1. INRA-UMR CSE/ Domaine St Paul, Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9

2. CIRAD-UPR78/ TA70/01 Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5

3. CIRAD-UPR26/ Station de Neufchâteau, Ste Marie, 97130 Capesterre-Belle-Eau

4. INRA-UR APC / Domaine Duclos, 97170 Petit-Bourg

La forte redistribution spatiale de la pluie sous les bananiers, due à la structure en impluvium de la plante (Bussière, 1995), et l'hétérogénéité des propriétés physique du sol ont un impact sur la répartition spatiale des flux d'infiltration et de ruissellement. L'objectif des travaux menés est d'obtenir une description précise de la redirection par la microtopographie du flux de pluie distribué sous couvert bananier, en déterminant les champs spatiaux d'infiltration et de ruissellement qui en résultent, à l'échelle d'un bananier.

Fontionnement hydrique d'une placette expérimentale

Une placette de 8 m² contenant un bananier (figure 1) a été isolée hydrauliquement du reste d'une bananeraie de la station de Neufchâteau (Basse-Terre, Guadeloupe). La plantation pousse sur un andosol de forte capacité d'infiltration (50–300 mm h⁻¹). Le protocole expérimental des campagnes de mesures réalisées en 2004 et 2005 est décrit par Martin (2004) et Heuzé (2005).

Caractérisations hydrodynamiques des états de surface

Quatre états de surface (EDS) ont été identifiés visuellement dans la bananeraie : EDS1 (accumulation de matériaux), EDS2 (chemin de l'eau), EDS3 (croûte + mousse), et EDS4 (sol remanié au pied du bananier). La conductivité hydraulique à saturation (Ks) a été évaluée pour chaque EDS par infiltrométrie sous charge constante (méthode BeerKan 1D, Braud *et al.*, 2005).

Le Ks moyen varie de 26 mm h⁻¹ (CV = 21 %, EDS3) à 564 mm h⁻¹ (CV = 52 %, EDS4) avec une forte variabilité intra EDS. L'EDS3 se distingue par un Ks moyen significativement inférieur. Ces Ks élevés devraient s'accompagner de faibles coefficients de ruissellement (CR), ce qui n'est pas le cas (section suivante).

Fonctionnement global de la placette

Pour 5 épisodes de pluie caractéristiques (tableau 1), les coefficients de ruissellement (CR) varient de 8 à 42 %. Le ruissellement est essentiellement corrélé aux caractéristiques pluviométriques, alors que le drainage et la recharge du sol dépendent également des humidités initiales du sol. Les CR sont en règle générale proportionnels à la pluie (figure 2). L'évacuation hors de la placette du stemflow n'a pas d'effet notable sur le ruissellement. Ce dernier résultat n'est valable que pour des pluies modérées (< 30 mm).

Variabilité spatiale des stocks et flux

Stocks d'eau du sol

L'évolution des stocks (0–60cm) des sous-placettes (SP) est représentée sur la figure 3. SP1, SP2 et SP2/3, se situent à l'aval du pseudo-tronc et ont une réponse rapide et intense. SP3 et 4 réagissent plus tard et avec une plus faible amplitude. Les volumes stockés temporairement dans SP1 sont toujours 4 à 10 fois supérieurs à la pluie. Ces résultats sont attribués au stemflow qui se propage très rapidement en aval du bananier.

Tensiométrie et ruissellement

Les tensiomètres de SP1 et SP2 (figure 4) ont les réponses les plus marquées, ce qui confirme une alimentation en eau supérieure de ces sous-placette. Lors des pluies intenses, le stemflow génère un ruissellement localisé à l'aval du pseudo-tronc, auquel s'ajoute ensuite un ruissellement dans l'inter-rang qui peut se généraliser à la placette (figure 5).

Tableau 1. Caractéristiques des cinq épisodes de pluies représentatifs.

Episode	Début (durée, h : mn)	Pr (mm)	Intensité moyenne Pr (mm h ⁻¹)	R/Pr	D/Pr	ΔSc/Pr	θ _i (θ) 0–30 cm (m ³ m ⁻³)	θ _f (θ) 30–60 cm (m ³ m ⁻³)
1	3/7/04 2 : 38 (0 : 23)	5,6	14,4	0,35	0,18	0,47	0,644 (0,647)	0,661 (0,666)
2	11/7/04 1 : 12 (3 : 41)	6,7	1,8	0,08	0,04	0,88	0,588 (0,618)	0,649 (0,662)
3	11/7/04 6 : 00 (2 : 51)	21,6	7,5	0,32	0,42	0,26	0,618 (0,633)	0,662 (0,665)
4	15/7/04 3 : 36 (20 : 48)	80,8	3,9	0,21	0,64	0,15	0,632 (0,648)	0,666 (0,691)
5	27/8/04 21 : 36 (4 : 02)	51,1	12,6	0,42	0,29	0,29	0,629 (0,629)	0,647 (0,667)

Pr : Précipitation, R : Ruissellement, D : Drainage, ΔSc : Variation de stock d'eau du sol, θ_i and θ_f : Humidité moyenne initiale et finale du sol.

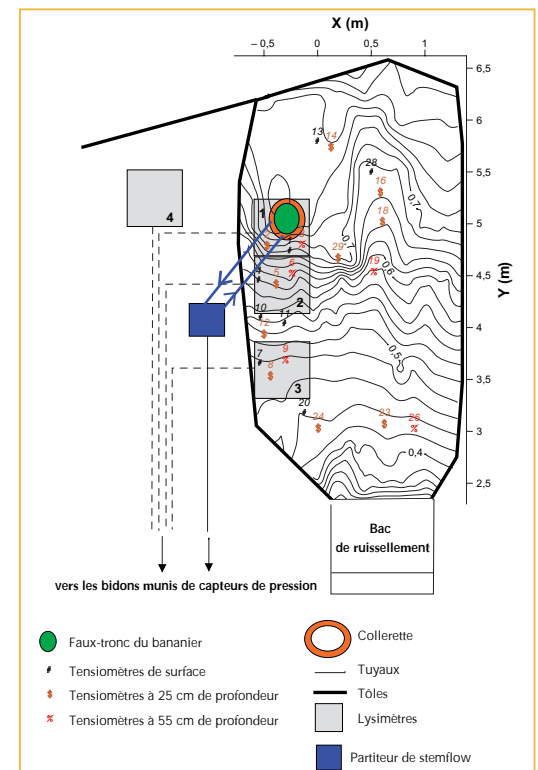


Figure 1. Schéma de la placette et son instrumentation.

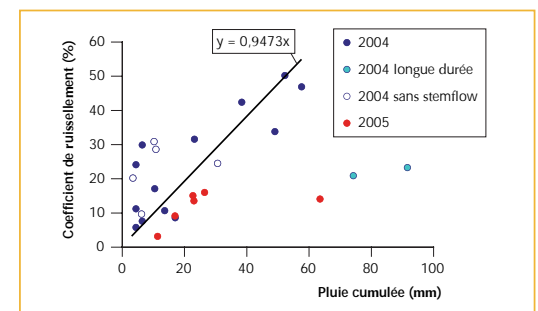


Figure 2. Coefficients de ruissellement pour les 2 campagnes de mesures.

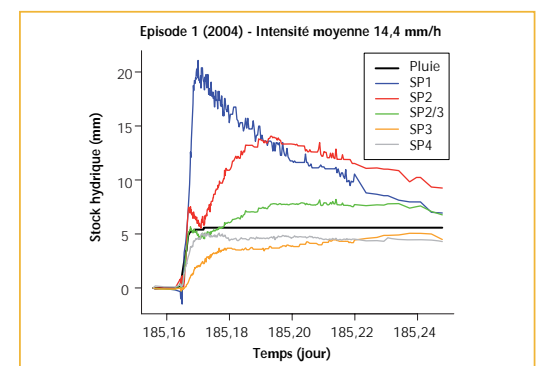


Figure 3. Evolution des stocks d'eau des sous-placettes SP1, SP2, SP3 et SP4 (au droit des lysimètres 1 à 4 respectivement) et SP2/3 (entre les lysimètres 2 et 3).

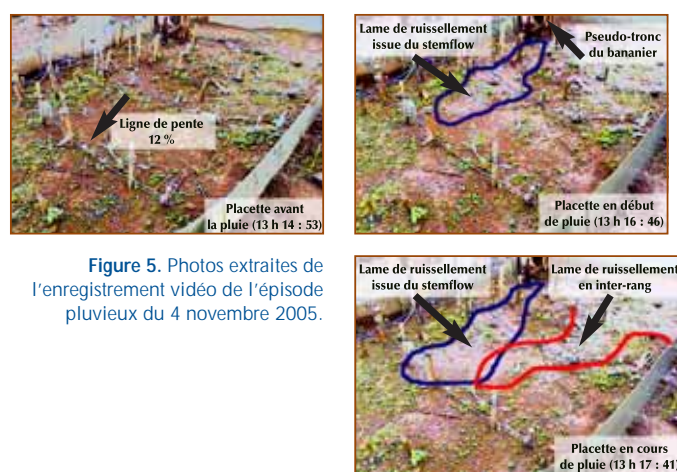


Figure 5. Photos extraites de l'enregistrement vidéo de l'épisode pluvieux du 4 novembre 2005.

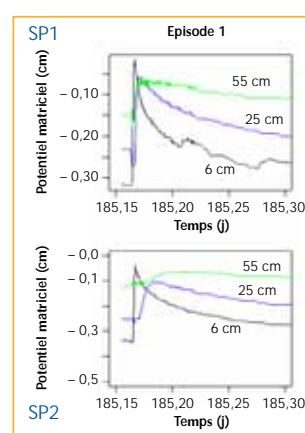


Figure 4. Evolution des potentiels hydriques de SP1 et SP2 à différentes profondeurs.

Conclusions et perspectives

Le stemflow agit fortement sur l'infiltration locale mais peu sur le ruissellement global de la placette. Ce résultat doit être confirmé pour de fortes précipitations. L'hypothèse est que, pour des intensités pluvieuses moyennes, il se produit un écoulement de subsurface sur la semelle de labour (Martin, 2004), alors que, pour de fortes intensités pluvieuses, on assiste à un refus à l'infiltration qui se propage à la surface du sol. Cette hypothèse sera testée avec un modèle 3D en cours de développement (Chambarel et Ruy, 2005), et en analysant les enregistrements vidéo de la surface du sol réalisés en 2005.

REFERENCES

- BRAUDI, D. DE CONDAPPA, *et al.*, 2005. Use of scaled forms of the infiltration equation for the estimation of unsaturated soil hydraulic properties (Beerkan method). *European Journal of Soil Science*, 56(3), 361-374.
- BUSSIÈRE F., 1995. Rainfall interception by plant canopies, consequences for water partitioning in intercropping systems. In: *Ecophysiology of Tropical Intercropping*, H. Sinoquet and P. Cruz eds. INRA, Paris, 163-174.
- CHAMBAREL A. et S. RUY, 2005. Water flow simulation in a complex discontinuous porous media. *SIAM conference on mathematical and computational issues in the geosciences*, 7-10/06/2005, Avignon, oral presentation.
- HEUZÉ S., 2005. Hydrological behaviour of banana crops on a tropical soil: Estimation of the properties of an andosol and identification of the water processes at local scale. *Rapport de stage de Master of Science de Cranfield University*, 72 p.
- MARTIN J., 2004. Observation et quantification des principaux processus gouvernant le fonctionnement hydrologique du système sol-bananière sur andosol de Guadeloupe, à l'échelle locale de la placette. *Rapport de stage du DESS Hydrogéologie et Environnement - Université d'Avignon et des pays du Vaucluse*, 78 p.
- Mots-clés : bananier, andosol, stemflow, ruissellement, infiltration, drainage.



Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement