

**Culture suivie :** pomme de terre      **Essai mis en place par :** ARPTHN  
**Date:** 23 – 28 juin 2005      **Simulation effectuée par :** AREAS

**Objectif de l'essai :** lutte contre le ruissellement sur pomme de terre

**Modalités comparées :** pomme de terre tamisée avec ou sans micro-barrages

## I. Description

### A. Caractéristiques du site

**Région naturelle :** Pointe de Caux – 76  
**Commune :** Saint Jouin Bruneval  
**Agriculteur :** Patrick Lecarpentier  
**Coordonnées (Lambert II) :** X = 444900  
Y = 2517550  
Z = 125

**Sol :** Limon sableux  
**Sable grossier :** 1,2 %  
**Sable fin :** 35,9 %  
**Limon grossier :** 37,6 %  
**Limon fin :** 15,3 %  
**Argile :** 8,7 %  
**MO :** 1,4 %  
**pH :** 6,1  
**Pente :** 2,1 à 2,9 %

### B. Modalités comparées



**Figure 1 :** sans micro-barrages, vue générale, photo du 23/06/2005 (source AREAS)



**Figure 2 :** avec micro-barrages, vue générale, photo du 23/06/2005 (source AREAS)

L'essai a eu lieu sur une parcelle de pomme de terre entièrement tamisée, plantée le 5 mai 2005. La planteuse utilisée a un écartement moyen de 90 cm, mais la distance entre les buttes issues de billons différents (ou inter-billon) est de 110 cm, tandis qu'il est de 80 cm pour les buttes issues d'un même billon, comme le montre la Figure 3. Le fond des inter-billons est tassé par le passage des roues du tracteur. C'est sur cette planteuse



essai réalisé grâce au soutien financier de :



que le dispositif réalisant les micro-barrages est adapté. Il s'agit d'un prototype, et n'est présent qu'en un exemplaire : seuls les inter-billons peuvent être équipés de micro-barrages, si le dispositif est actionné.

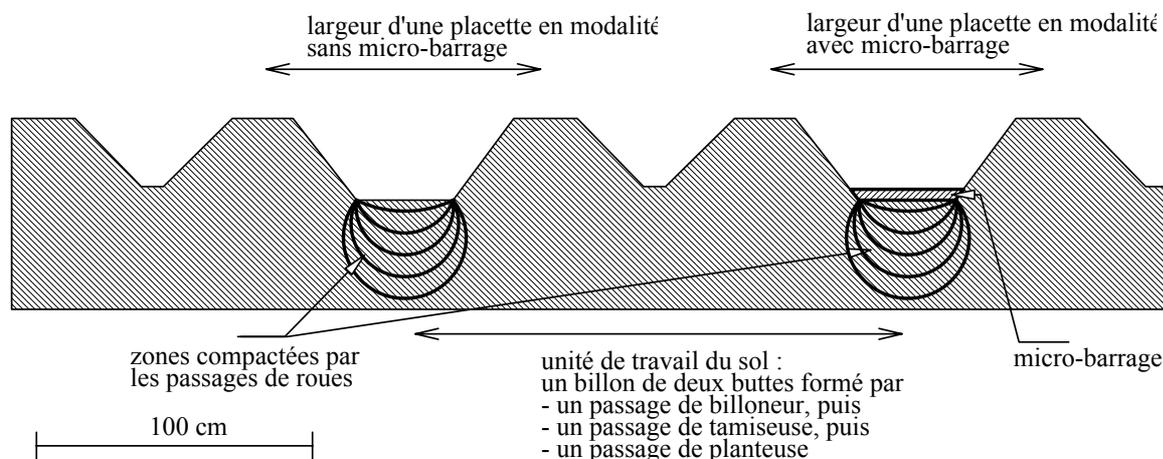


Figure 3 : schéma à l'échelle des buttes de la parcelle testée (coupe transversale).

*Première modalité* : pomme de terre sur butte tamisée, **sans micro-barrages** dans l'inter-billon (vue générale sur la Figure 1, vue de détail sur la Figure 5)<sup>1</sup>.

*Seconde modalité* : pomme de terre sur butte tamisée, **avec micro-barrages** dans l'inter-billon (vue générale sur la Figure 2, vue de détail sur la Figure 6). La Figure 4 présente une coupe schématique d'un inter-billon ainsi travaillé.

Comme le montre la Figure 3, les mesures de ruissellement n'ont pas été faites sur une demi largeur d'outil, mais sur un seul entrebutte, celui qui est équipé de micro-barrages sur l'essentiel de la parcelle, soit l'inter-billon.

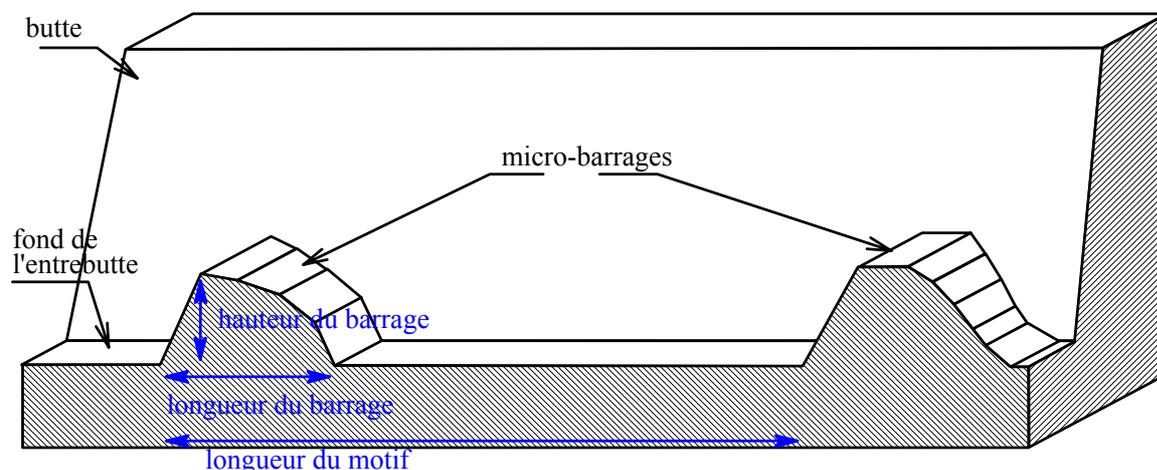


Figure 4 : schéma des micro-barrages en fond d'entrebutte (coupe longitudinale)

### C. État lors de la simulation

Un orage étant survenu en cours d'expérimentation, les essais ont été faits dans des conditions initiales différentes. Pour chaque modalité, un essai a eu lieu en conditions sèches, et un autre en conditions humides. En conditions sèches, le cumul de pluie depuis le dernier travail du sol était de 104 mm. Pour la modalité conventionnelle (c'est-à-dire *sans micro-barrages*), c'est la même placette qui a subi deux pluies artificielles à une nuit d'intervalle, la première (notée C1) intervenant sur un sol sec, la seconde (notée C2)

<sup>1</sup> cette modalité sera parfois notée comme « conventionnelle »

tombant sur le sol humecté la veille. Pour la modalité à micro-barrages, deux placettes différentes ont été testées (notées  $\mu$ B1 et  $\mu$ B2), mais la première présentait des conditions sèches, tandis que la seconde avait subi l'orage du 27 juin (17,8 mm en 33 minutes).



**Figure 5 : modalité conventionnelle, vue de détail,** photo du 23 juin 2005 (conditions sèches)

**Figure 6 : modalité avec micro-barrages, vue de détail,** photo du 27 juin 2005 (conditions sèches)

Les essais ont été réalisés dans des conditions de vent faible à modéré, soit 10 à 20 km/h selon Météo France. En Pays de Caux, le vent est rarement moins fort que cela. La direction du vent fut variable d'un jour à l'autre, et parfois au cours d'une journée, induisant des différences notables dans les intensités de pluie arrivant sur les placettes d'essai entre les différentes simulations.

## II. Résultats

### A. présentation synthétique des résultats

Le Tableau 1 présente les chiffres synthétiques des quatre essais réalisés.

**Tableau 1 : synthèse des résultats**

	C1	C2	$\mu$ B1	$\mu$ B2
Cumul de pluie depuis la plantation (mm)	104	153	104	122
Cumul de pluie des dernières 48 heures (mm)	0	49	0	18
Intensité de la pluie artificielle (mm/h)	22,0	24,0	28,7	23,8
Durée de la pluie (minutes)	123	111	125	162
Quantité totale de pluie (mm)	45	44	60	64
Pertes initiales (mm)	3	< 3	27	36
Saturation atteinte ?	non	oui	non	oui
Pluie de saturation (mm)	$\geq 45$	34	$\geq 60$	46
Intensité de ruissellement à saturation (mm/h)	$\geq 16$	21	$\geq 18$	14
Infiltration à saturation (mm/h)	$\leq 6$	3	$\leq 11$	10

- *Pertes initiales* : pluie nécessaire depuis le début de la simulation pour observer le début du ruissellement.
- *Pluie de saturation* : pluie nécessaire depuis le début de la simulation pour observer un régime stationnaire, synonyme de saturation.

La Figure 7 montre en parallèle les lames ruisselées des quatre essais en fonction de la pluie cumulée. Les courbes de la modalité *sans micro-barrages* présentent des artéfacts entre 5 et 10 mm de pluie cumulée. Ils sont expliqués dans les deux parties suivantes.

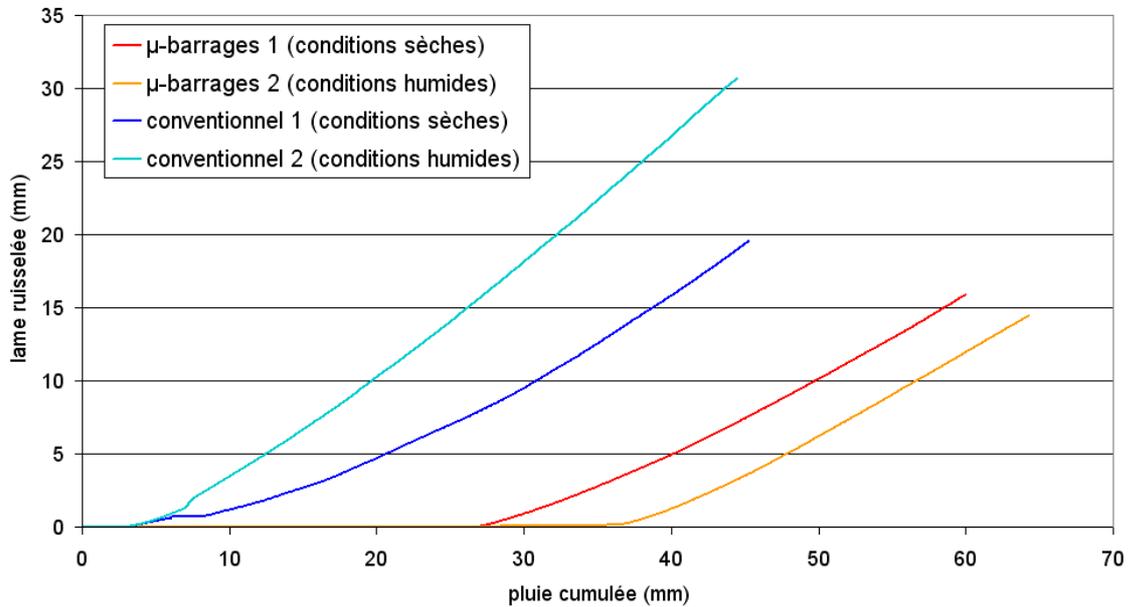


Figure 7 : lames ruisselées des différents essais en fonction du cumul de pluie



### B. Modalité sans micro-barrages, première pluie

L'essai intervient en conditions sèches, par un vent faible à modéré (10 à 20 km/h), de direction constante. L'intensité de la pluie est mesurée immédiatement après la mesure de ruissellement, dans des conditions de direction et de force de vent identiques. En mettant le midi d'un cadran vers l'aval de la placette, l'origine du vent était à 11h. Pente : 2,8 %.

#### 1. État de surface au cours de l'essai

	Avant la pluie artificielle	Après la pluie artificielle
Développement de la croûte de battance	F2 sur le fond de l'inter-rang, soit 27 % de la surface, F12 sur le reste	idem
Macroporosité	aucune	idem
Rugosité	R0 dans le sens du travail	idem
Couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 30 cm autour du sommet des buttes, soit 55 % de la surface</li> <li>• 0 % sur 50 cm au fond, soit 45 % de la surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 40 cm autour des buttes, soit 73 % de la surface</li> <li>• &lt; 20 % ailleurs, soit 27 % de la surface</li> </ul>

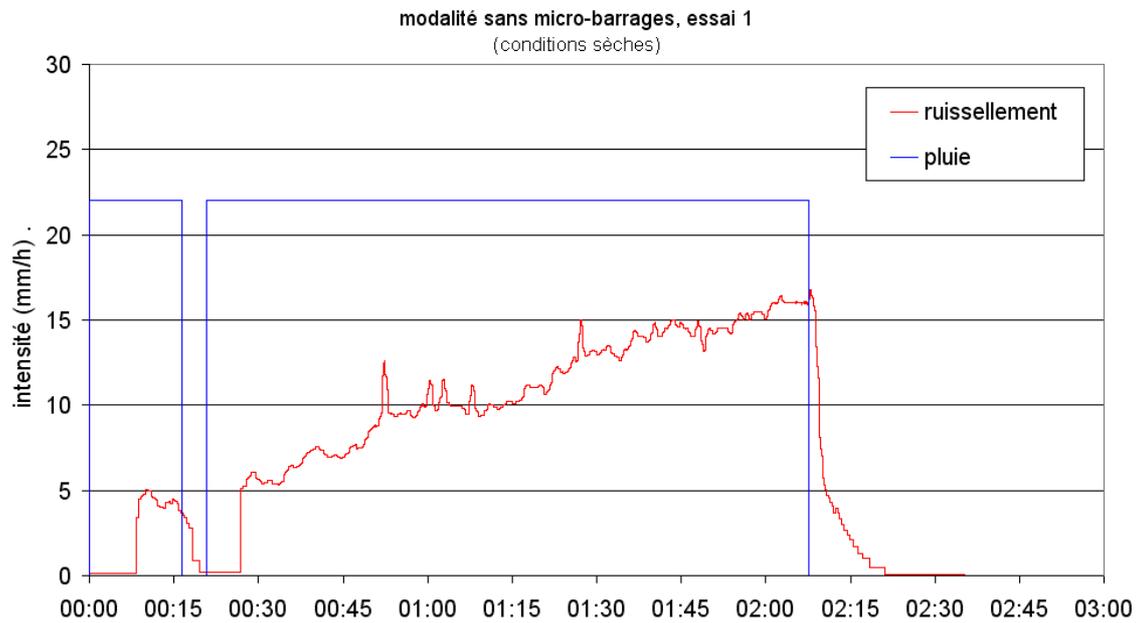
Au cours de l'essai, les branches des plantes se penchent sous le poids de l'eau, modifiant légèrement la répartition du couvert végétal à la surface de la placette.



Figure 8 : modalité sans micro-barrage, essai 1, le 23 juin 2005, avant la pluie à gauche, après la pluie à droite (la flèche indique le sens de la pente)

## 2. Enregistrement

Un problème technique nous contraint à couper la pluie artificielle entre le temps  $t=16\text{min}30$  et  $t=20\text{min}45$ .



*intensité moyenne de la pluie : 22,0 mm/h*

*pertes initiales : 3 mm*

*pluie de saturation :  $\geq 45$  mm*

*infiltration à saturation :  $\leq 6$  mm/h*

### C. Modalité sans micro-barrages, seconde pluie

Il s'agit de la même placette que celle qui a subi la première pluie, après un ressuyage d'une nuit. L'essai a lieu sous un vent faible à modéré (10 à 20 km/h), de direction constante. L'intensité de la pluie est mesurée immédiatement après la mesure de ruissellement, dans des conditions de direction et de force de vent identiques. En mettant le midi d'un cadran vers l'aval de la placette, l'origine du vent était à 3h. Pente : 2,8 %.

#### 1. Etat de surface au cours de l'essai

	Avant la pluie artificielle	Après la pluie artificielle
Développement de la croûte de battance	F2 sur le fond de l'inter-rang, soit 27 % de la surface, F12 sur le reste	idem
Macroporosité	une fissure de longueur d'ordre métrique et de largeur d'ordre millimétrique sur la rive droite	aucune
Rugosité	R0 dans le sens du travail	idem
Couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 40 cm autour des buttes, soit 73 % de la surface</li> <li>• &lt; 20 % ailleurs, soit 27 % de la surface</li> </ul>	idem

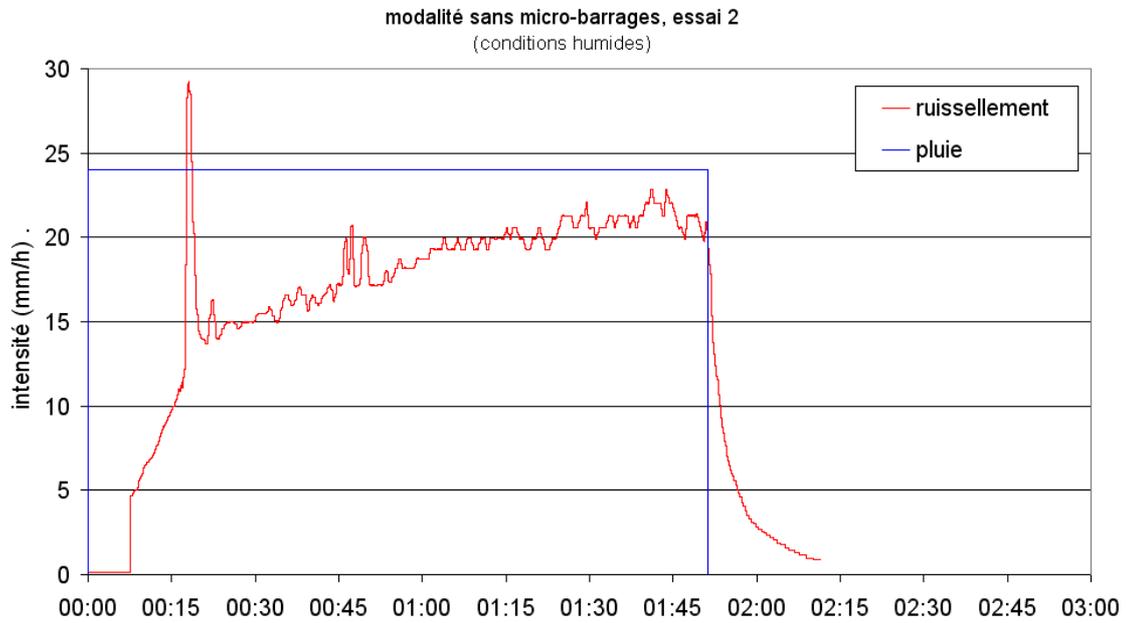
Au cours de l'essai, la fissure rive droite se referme d'abord là où le vent dévie les gouttelettes, soit à mi-distance entre les buses. Là, les flancs ruissellent légèrement, pas ailleurs.



Figure 9 : modalité sans micro-barrage, essai 2, le 24 juin 2005 avant la pluie (la flèche indique le sens de la pente)

## 2. Enregistrement

Après 17 minutes, on se rend compte que le dispositif de récupération du ruissellement forme un barrage de quelques millimètres de haut. Les deux pics de ruissellement enregistrés à 17 min 30 et à 22 min correspondent à la correction de ce problème : le volume stocké à l'amont du dispositif de récupération se déverse d'un coup vers l'appareil de mesure. Les pertes initiales sont donc légèrement surestimées.



*intensité moyenne de la pluie : 24,0 mm/h*

*pertes initiales : < 3 mm*

*pluie de saturation : 34 mm*

*infiltration à saturation : 3 mm/h*

### D. Modalité *micro-barrages*, essai 1

L'essai intervient en conditions sèches, par un vent faible à modéré (10 à 20 km/h), de direction constante. L'intensité de la pluie est mesurée immédiatement après la mesure de ruissellement, dans des conditions de direction et de force de vent identiques. En mettant le midi d'un cadran vers l'aval de la placette, l'origine du vent était à midi. Pente : 2,1 %.

#### 1. *État de surface au cours de l'essai*

La placette comporte trois motifs de micro-barrages complets (du début du barrage au début du suivant) et le début d'un quatrième. Le dispositif de récupération du ruissellement est installé à l'aval immédiat d'un micro-barrage.

	Avant la pluie artificielle	Après la pluie artificielle
Développement de la croûte de battance	F2 sur le fond de l'inter-rang sauf les micro-barrages, soit 19 % de la surface, F12 sur le reste	F2 sur le fond de l'inter-rang, soit 27 % de la surface, F12 sur le reste
Macroporosité	aucune	idem
Rugosité parallèle	R0 sur les buttes R2-R3 dans le fond	idem
Couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 30 cm autour du sommet des buttes, soit 55 % de la surface</li> <li>• 0 % sur 50 cm au fond, soit 45 % de la surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 40 cm autour des buttes, soit 73 % de la surface</li> <li>• &lt; 20 % ailleurs, soit 27 % de la surface</li> </ul>

Au cours de l'essai, les branches des plantes se penchent sous le poids de l'eau, modifiant légèrement la répartition du couvert végétal à la surface de la placette. Les débits provoqués par les 5 m de rayage de l'essai n'ont pas été suffisants pour diminuer l'efficacité des micro-barrages : l'érosion a été n'a pas été suffisante pour diminuer l'altitude des cols.

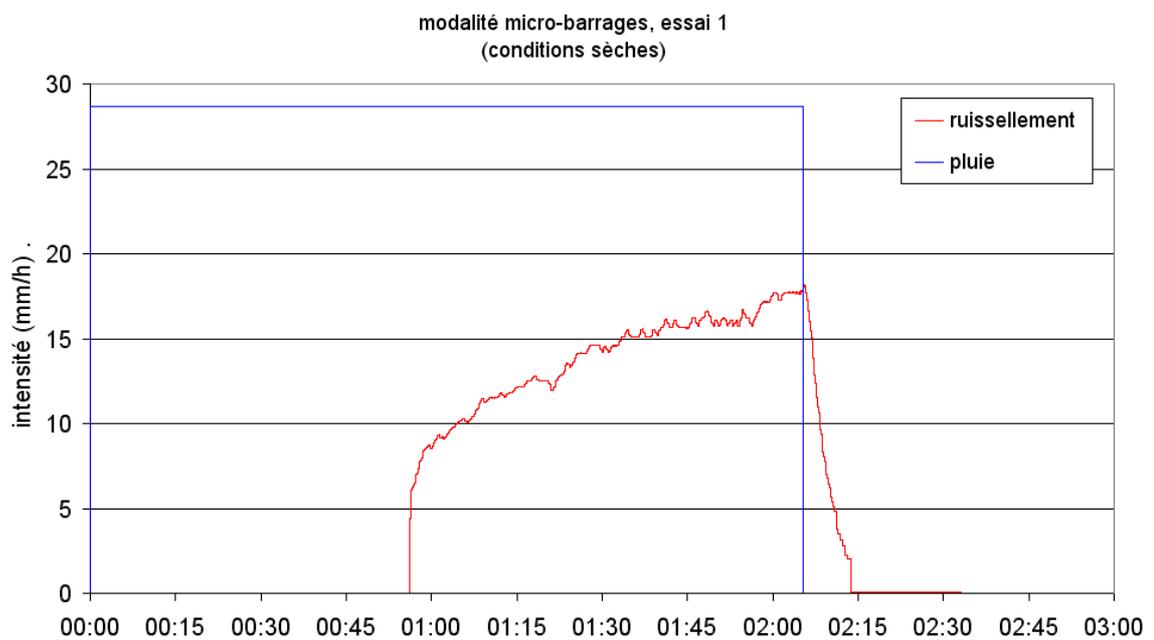
**Tableau 2 : description des micro-barrages de la placette (voir la Figure 4 pour les définitions)**

micro-barrage	1 (aval)	2	3	<i>moyenne 1-2-3</i>	4 (amont, motif incomplet)
hauteur du barrage (cm)	4,5	4,0	5,0	4,5	3,5
longueur du barrage (cm)	55	57	57	56	57
longueur du motif (cm)	161	155	160	159	52
début du débordement (min)	56	52	47		47
début du débordement (mm)	23	21	19		19



Figure 10 : modalité *micro-barrages*, essai 1, le 27 juin 2005, avant la pluie à gauche, après la pluie à droite, la flèche indique le sens de la pente

## 2. Enregistrements



*intensité moyenne de la pluie* : 28,7 mm/h

*pertes initiales* : 27 mm

*pluie de saturation* :  $\geq 60$  mm

*infiltration à saturation* :  $\leq 11$  mm/h

### E. Modalité micro-barrages, essai 2

L'essai intervient en conditions humides, le lendemain d'un orage de 18 mm en 33 minutes. Il s'est déroulé par un vent faible à modéré (10 à 20 km/h), de direction constante. L'intensité de la pluie est mesurée immédiatement après la mesure de ruissellement, dans des conditions de direction et de force de vent identiques. En mettant le midi d'un cadran vers l'aval de la placette, l'origine du vent était à 3h. Pente 2,9 %.

#### 1. *État de surface au cours de l'essai*

La placette comporte trois motifs de micro-barrages complets (du début du barrage au début du suivant) et le début d'un quatrième. Le dispositif de récupération du ruissellement est installé à l'aval immédiat d'un micro-barrage.

	Avant la pluie artificielle	Après la pluie artificielle
Développement de la croûte de battance	F2 sur le fond de l'inter-rang sauf les micro-barrages, soit 19 % de la surface, F12 sur le reste	F2 sur le fond de l'inter-rang, soit 27 % de la surface, F12 sur le reste
Macroporosité	aucune	idem
Rugosité	R0 sur les buttes R2-R3 dans le fond	idem
Couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 30 cm autour du sommet des buttes, soit 55 % de la surface</li> <li>• 0 % sur 50 cm au fond, soit 45 % de la surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 80 % sur 40 cm autour des buttes, soit 73 % de la surface</li> <li>• &lt; 20 % ailleurs, soit 27 % de la surface</li> </ul>

Au cours de l'essai, les branches des plantes se penchent sous le poids de l'eau, modifiant légèrement la répartition du couvert végétal à la surface de la placette. Les débits provoqués par les 5 m de rayage de l'essai n'ont pas été suffisants pour diminuer l'efficacité des micro-barrages : l'érosion a été faible, et n'a pas été jusqu'à baisser l'altitude des cols.

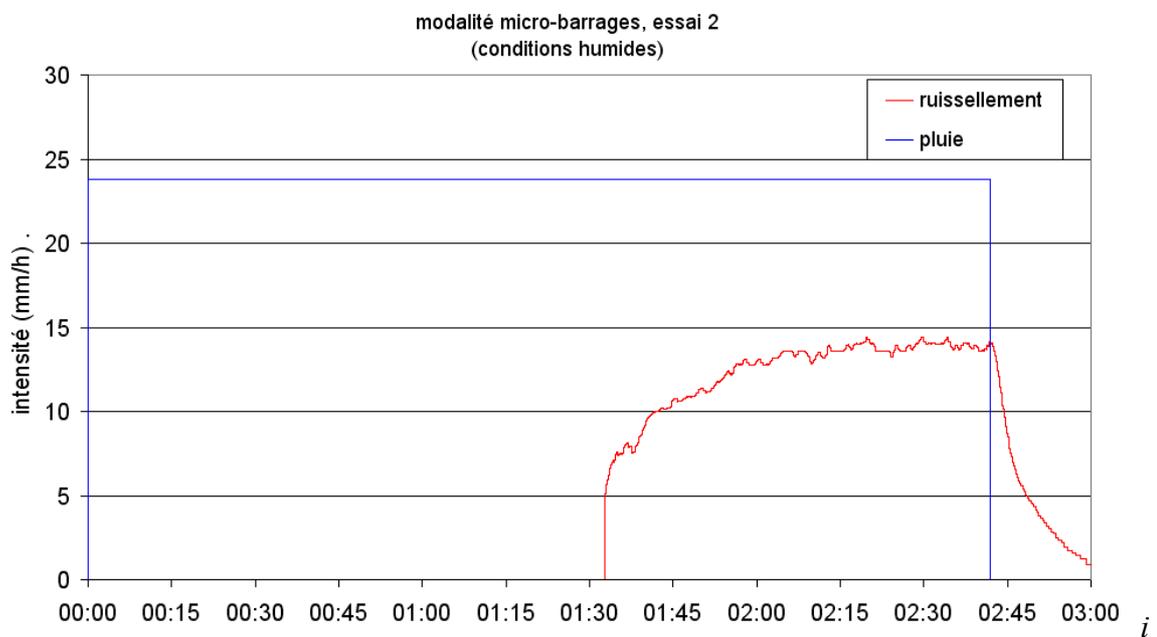
**Tableau 3 : description des micro-barrages de la placette (voir la Figure 4 pour les définitions)**

micro-barrage	1 (aval)	2	3	<i>moyenne 1-2-3</i>	4 (amont, motif incomplet)
hauteur du barrage (cm)	7,0	5,2	5,0	5,7	3,5
longueur du barrage (cm)	40	55	55	50	55
longueur du motif (cm)	165	155	165	162	55
début du débordement (min)	90	65	60		90
début du débordement (mm)	46	34	31		46



Figure 11 : modalité *micro-barrages*, essai 2, le 28 juin 2005 avant la pluie (la flèche indique le sens de la pente)

## 2. Enregistrement



intensité moyenne de la pluie : 23,8 mm/h

pertes initiales : 36 mm

pluie de saturation : 46 mm

infiltration à saturation : 10 mm/h

### III. Analyse et commentaire

#### A. Portée et limites de cette expérimentation

Cet essai est particulier pour plusieurs raisons :

- il s'agit de mesures de ruissellement sur le travail d'un prototype d'outil, qui demande d'autres perfectionnements avant sa commercialisation ;
- comme les placettes n'étaient implantées que sur l'inter-billon, la surface de l'essai n'est pas représentative de l'ensemble du travail du sol, notamment la surface compactée par les passages d'engins est sur-représentée ;
- les deux répétitions de chaque essai ont eu lieu dans des conditions initiales d'humidité différentes.

Il convient donc de considérer ce travail comme un complément à la mise au point de l'outil, pour vérifier son intérêt avant de poursuivre son perfectionnement. D'autres mesures seront nécessaires avant de tirer des conclusions définitives sur les capacités de cette pratique à réduire le ruissellement.

#### B. Qualité des enregistrements

Pour la première fois, l'intensité moyenne de la pluie est vérifiée sur place pour chaque essai. Elle est mesurée avec un dispositif de tôles adapté aux dimensions de la placette, et envoyant la totalité de la pluie vers l'auget, ce qui permet de quantifier l'influence du vent. Bien que les conditions de vent n'aient pas été exceptionnelles, on voit dans le Tableau 1 des variations d'intensité sensibles (de 22,0 à 28,7 mm/h). Ces valeurs sont des moyennes qui ont pu varier avec une amplitude de 2 mm/h au cours des essais.

Aucune défaillance du matériel n'est à déplorer, ni aucun problème de métrologie majeur. Les enregistrements sont donc fiables.

#### C. La modalité « sans micro-barrages »

Les deux résultats proposés ne sont pas à proprement parler des répétitions, puisque c'est la même placette qui a subi successivement deux pluies avec une nuit de ressuyage entre les deux. Les différences entre les deux enregistrements s'expliquent bien en fonction de cela :

1. Les pertes initiales sont faibles, au plus 3 mm.
2. L'intensité du ruissellement augmente beaucoup plus vite dans les conditions humides : les forces de succion du sol sont plus faibles lorsque son humidité est plus grande.
3. La saturation n'est pas atteinte au cours de la première pluie : même après 45 mm de pluie, l'intensité du ruissellement continue d'augmenter. En revanche, l'intensité du ruissellement est stable dès 34 mm de la seconde pluie, indiquant que l'état de saturation du profil est atteint.
4. Les deux courbes d'infiltration tendent vers des valeurs faibles (inférieures à 6 mm/h) dans cet inter-billon compacté par les passages de roues.

#### D. La modalité « micro-barrages »

Rappelons qu'ici les deux enregistrements correspondent bien à deux placettes différentes, mais dans des conditions d'humidité initiales différentes.

##### 1. *pertes initiales*

La première différence entre les deux courbes se traduit par des pertes initiales très différentes : 27 mm pour  $\mu B1$ , et 36 mm pour le second essai, soit un tiers de plus, malgré des conditions initiales plus humides. C'est directement l'effet de la hauteur du barrage le

plus aval (4,5 cm pour  $\mu B1$  et 7,0 cm pour  $\mu B2$ ) qui explique cette différence entre répétitions.

Ces valeurs sont très supérieures à celles observées pour la modalité conventionnelle, mais elles sont à considérer avec prudence, car elles intègrent différentes choses :

- la capacité de stockage d'eau en surface sous forme de flaques, qui dépend de la géométrie des motifs, notamment la hauteur des barrages et de la pente locale,
- la quantité d'eau infiltrée avant que les flaques ne débordent, elle-même fonction de l'intensité de la pluie, de l'humidité initiale du sol, et de la hauteur d'eau dans les flaques.

L'augmentation des pertes initiales est un gain majeur de cette pratique. Mais il demande à être évalué dans des conditions d'intensité de pluie et d'humidité initiales variées que seule l'expérimentation sous pluie naturelle au cours d'une saison culturale peut offrir.

## 2. *infiltration*

La saturation n'est pas atteinte par  $\mu B1$  : dans les conditions d'humidité initiales sèches, même après 60 mm de pluie, l'intensité du ruissellement continue d'augmenter. En revanche elle est atteinte pour  $\mu B2$ , l'intensité du ruissellement restant stable dès 46 mm de pluie.

Les deux courbes d'infiltration tendent vers une valeur plancher de l'ordre de 10 mm/h, soit 7 mm/h de mieux que la modalité conventionnelle à saturation, dans ce fond de billon compacté par les passages de roues. Cette différence, qui demandera à être confirmée par d'autres essais sous pluies naturelle et artificielle, est d'abord due à l'épaisseur de la couche d'eau à l'amont des barrages :

- la surface de contact entre l'eau stagnante et le sol est plus importante,
- l'eau est en contact avec le pied des buttes, qui ne sont pas compactés,
- la hauteur d'eau de plusieurs centimètres impose une pression sur la surface du sol qui augmente son infiltration.

Il n'est pas possible de généraliser cette valeur d'un gain de 7 mm/h sur l'infiltration : elle n'est valable que pour cette parcelle avec sa granulométrie, et avec son histoire agro-climatique. Néanmoins elle est encourageante, et demande à être confirmée par d'autres essais.

## IV. Conclusion

Les conditions expérimentales étaient particulières : elles s'écartent par plusieurs aspects des standards de l'étude comparative de différentes pratiques culturales sur le ruissellement tels qu'ils sont établis en Haute-Normandie. Malgré cela, ces travaux montrent le grand intérêt de la technique des micro-barrages entre les buttes de pommes de terre pour lutter contre le ruissellement.

Bien qu'il ne faille considérer ces mesures que comme des résultats préliminaires, les gains sur les pertes initiales et sur l'infiltration du ruissellement à saturation sont très significatifs, et prouvent l'intérêt de la technique. Cependant, des améliorations techniques sont possibles, et des interrogations agronomiques persistent. Il convient donc de poursuivre le développement de cet outil

- en créant de nouveaux prototypes, sur la base des expériences acquises au cours des plantations de 2005, qui devront notamment permettre une plus grande gamme de hauteurs de micro-barrages,

- en vérifiant leur effet sur le ruissellement à l'aide de mesures i) sous pluie naturelle pour suivre finement au cours de la saison culturale l'évolution des micro-barrages et leurs réponses à une variété de pluies différentes, ii) sous pluie artificielle pour observer le comportement de la parcelle sous une pluie contrôlée simulant des pluies très ruisselantes,
- en faisant une étude d'impact de la parcelle pour vérifier que les flaques locales ne fragilisent pas les pommes de terre, et que les rendements ne sont pas affectés, ce qu'a déjà montré l'ARPTHN cette année sur cette parcelle,
- mais surtout en trouvant une solution technique à l'effacement de ces micro-barrages au moment de l'arrachage des pommes de terre.