

| | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| Cultures suivies : | interculture après blé et betterave | Essai mis en place par : | AREAS |
| Date: | du 2 au 4 février 2005 | Simulation effectuée par : | AREAS |
| Objectif de l'essai : acquisition de références en ruissellement | | | |
| Modalités comparées : chantier de récolte de blé et chantier de récolte de betterave | | | |

I. Description

A. Caractéristiques du site :

| | | | |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| Région naturelle : | Pays de Caux | Sol : | Limon profond |
| Commune : | Pleine Sève | Sable grossier : | 0,5 % |
| Agriculteur : | Jean-Baptiste Paumelle | Sable fin : | 28,9 % |
| Coordonnées (Lambert II) : | X = 485650 | Limon grossier : | 42,1 % |
| | Y = 2537050 | Limon fin : | 18,0 % |
| | Z = 75 | Argile : | 9,2 % |
| | | MO : | 1,4 % |
| | | pH : | 6,6 |
| | | Pente : | 2,0 % |

B. Modalités comparées

Première modalité : chantier de récolte de blé non travaillé, paille exportée (vue générale sur la Figure 1).

Seconde modalité : chantier de récolte de betterave non travaillé (vue générale sur la Figure 2).



Figure 1 : chantier de récolte de blé, vue générale, photo du 3 février 2005



Figure 2 : chantier de récolte de betterave, vue générale, photo du 11 février 2005

C. Calendrier des interventions sur blé

Culture :

- précédent lin
- passage d'un outil à dents à l'automne (patte d'oie + une rangée de disques + rouleau)



essai réalisé grâce au soutien financier de :



- labour et semis le même jour, dans le sens de la pente
- attelage de semis
tasse-avant – tracteur – herse rotative – rouleau trapèze – semoir à disques – disquette plombeuse, pneumatiques « 800 65-32 » gonflés à 600 g, semis dans le sens de la pente
- récolte entre le 20 et le 25 août, pailles exportées

Interculture : aucune intervention

D. Calendrier des interventions sur betterave

Culture :

- précédent blé
- passage d'un outil à dents à l'automne (patte d'oie + une rangée de disques + rouleau)
- labour d'hiver
- passage d'une fraise au printemps
- attelage du semis (dans le sens de la pente) :
tracteur – outil à dents – rotoherse – semoir, semis dans le sens de la pente
- arrachage entre le 10 et le 15 novembre, dans de bonnes conditions, chantier effectué à l'aide de 2 bennes munies de 3 essieux, pneumatiques gonflés à 1,4 kg.

Interculture : aucune intervention

E. État lors de la simulation

Les mesures de ruissellement sous pluie artificielle ont eu lieu du 2 au 4 février 2005. Au cours de ces trois jours, les conditions climatiques ont varié de *beau* à *pluie légère*, le vent a toujours été léger. Les deux photos suivantes montrent le détail des états de surface avant la pluie artificielle.



Figure 3 : chantier de récolte de blé, vue de détail, photo du 3 février 2005



Figure 4 : chantier de récolte de betterave, vue de détail de la zone sans mulch à gauche, de la zone avec mulch à droite, photo du 3 février 2005

F. Protocole expérimental

Deux essais sont réalisés par modalité. La longueur des placettes est de 5,5 m. Leurs largeurs sont choisies de façon à avoir une surface représentative du dernier travail du sol, soit :

- 2 m pour la modalité *chantier de récolte de blé non travaillé*, le semoir ayant une largeur de 4 m, et
- 1,5 m pour la modalité *chantier de récolte de betterave non travaillé*, les motifs laissés par le chantier de récolte mesurant entre 2,8 et 3 m.

Chaque placette est d'abord soumise à une pluie d'environ 7 mm/h pendant 50 minutes, soit une pluie d'humectation de 6 mm. Après 16 minutes de ressuyage, une pluie artificielle de 33 mm/h est appliquée pendant 38 à 53 minutes, au cours desquelles le ruissellement est enregistré. Note : les prélèvements de sol pour les humidités de sol initiales ont été effectués avant la pluie d'imbibition.

II. Résultats

A. présentation synthétique des résultats

Le Tableau 1 présente les chiffres synthétiques des quatre essais réalisés. Les deux essais de la modalité *chantier de récolte de blé non travaillé*, que nous appellerons aussi *chaume*, sont notés C1 et C2, et les deux essais de la modalité *chantier de récolte de betterave non travaillé* sont notés B1 et B2.

Tableau 1 : synthèse des résultats

| | C1 | C2 | B1 | B2 |
|--|------|------|------|------|
| Durée de la pluie de 33 mm/h (minutes) | 38,0 | 48,5 | 38,3 | 53,0 |
| Quantité totale de pluie (mm) | 21 | 27 | 21 | 29 |
| Pluie d'imbibition (mm) | 1,0 | 1,5 | 0,9 | 0,9 |
| Pluie de saturation (mm) | 4 | 6 | 4 | 6 |
| Infiltration à saturation (mm/h) | 4 | 16 | 9 | 15 |
| Ruissellement cumulé après 21 mm de pluie (mm) | 16,3 | 9,1 | 13,7 | 10,3 |

- *Pluie d'imbibition* : 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.
- *Ruissellement cumulé après 21 mm de pluie* : volume ruisselé cumulé après 38 minutes de pluie à 33 mm/h.

La Figure 5 montre en parallèle l'évolution des lames ruisselées en fonction de la pluie cumulée sur les quatre essais soumis à une pluie artificielle de 33 mm/h.

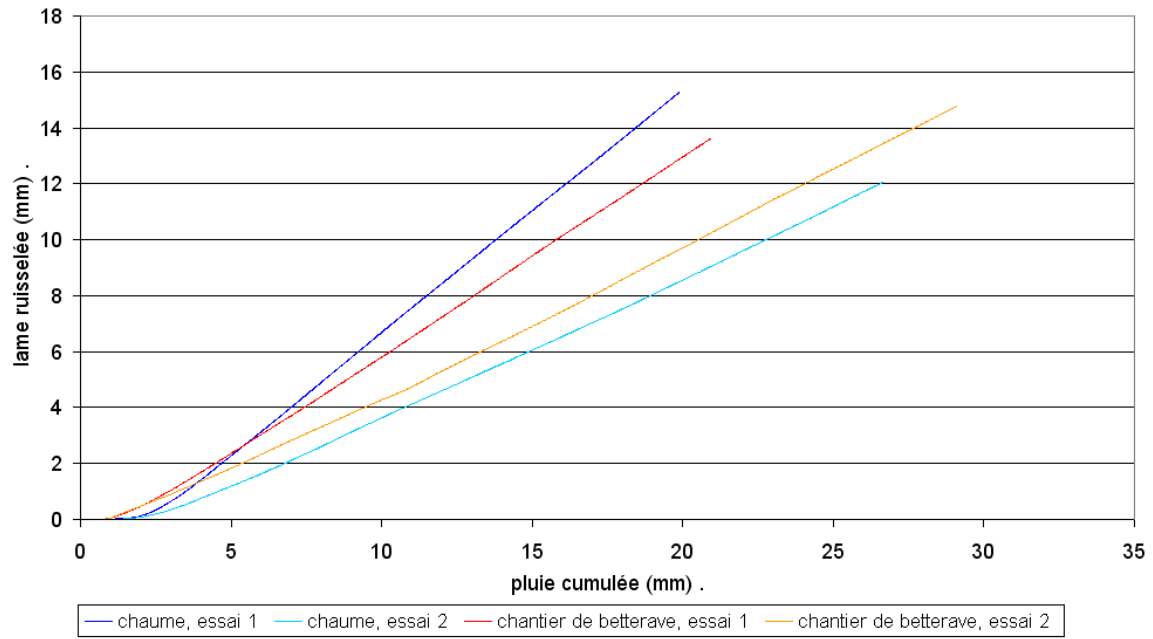


Figure 5 : lame ruisselée des différents essais en fonction de la pluie cumulée (pluie artificielle de 33 mm/h)

B. Modalité *chaume*, essai 1

La culture est parallèle à la pente. La placette mesure 5,5 m × 2,0 m, présente une pente de 2,0 %. L'essai a eu lieu par un temps couvert, sans pluie ni vent. Trois traces de roues collectent les écoulements de surface vers l'aval de la placette : une trace le long de la bordure droite de la placette, et deux autres laissées par le même passage en travers de la placette, comme le montre la Figure 6. Elles couvrent 30 % de la surface de la placette.

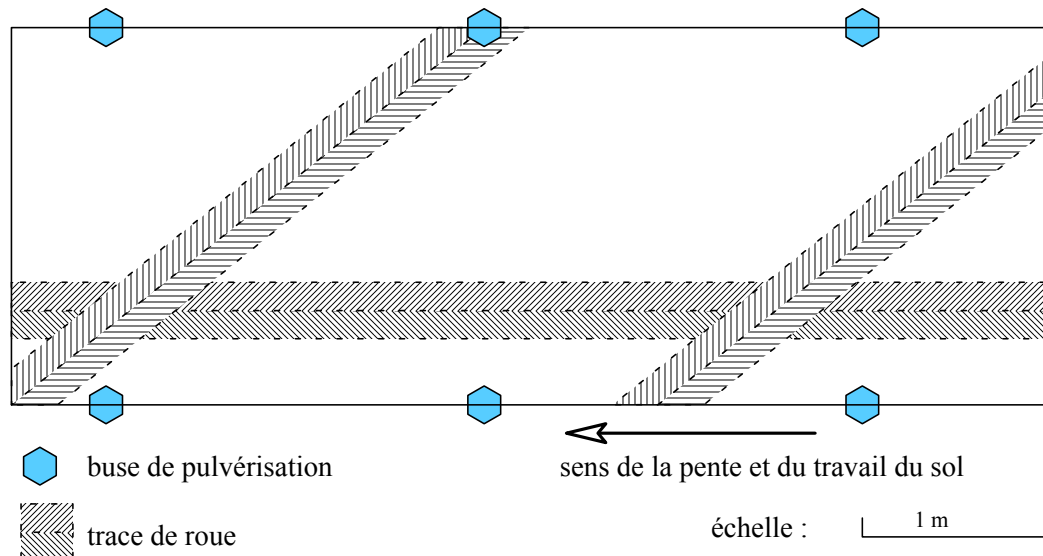


Figure 6 : schéma de la placette de la modalité *chaume*, essai 1

1. État de surface au cours de l'essai



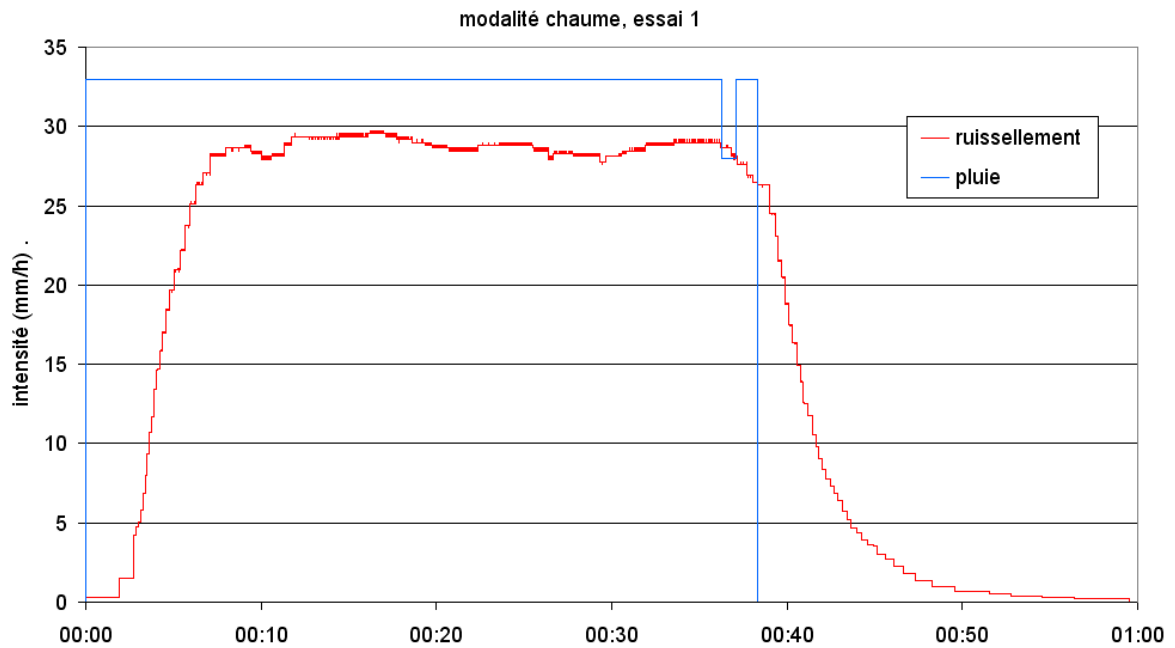
Figure 7 : modalité *chaume*, essai 1, le 2 février 2005 avant la pluie (la flèche indique le sens de la pente)



Figure 8 : modalité *chaume*, essai 1, le 2 février 2005 après la pluie (la flèche indique le sens de la pente)

| | | Avant la pluie artificielle | Après la pluie artificielle |
|--|------------|--|-----------------------------|
| Développement de la croûte de battance | | F2 | F2 |
| Macroporosité | | uniquement celle des chaumes en place, pas de fissures | idem |
| Rugosité | | R0 | R0 |
| Couvert végétal | | 20 %, uniquement dû aux chaumes | 20 % |
| Humidité pondérale | 0 – 2 cm | 23,5 % | 26,9 % |
| | 9 – 10 cm | 23,1 % | 24,0 % |
| | 24 – 26 cm | 24,5 % | 25,2 % |

2. Enregistrement



pluie d'imbibition : 1,0 mm

pluie de saturation : 4 mm

infiltration à saturation : 4 mm/h

C. Modalité *chaume*, essai 2

La culture est parallèle à la pente. La placette mesure 5,5 m × 2,0 m, présente une pente de 2,0 %, et l'essai a eu lieu par temps clair, sans pluie ni vent. Il y a une paire de traces de roues en travers de la placette, qui ne collecte pas les écoulements de la placette, mais au contraire augmente la rugosité parallèle. Ces traces de roues couvrent 11 % de la surface de la placette.

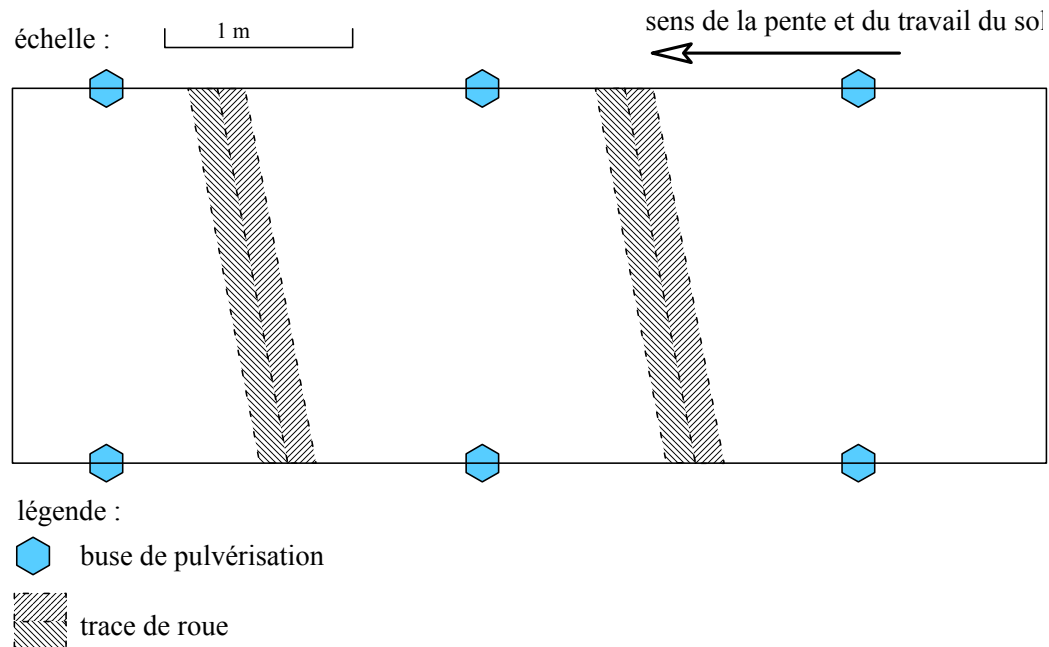


Figure 9 : schéma de la placette de la modalité *chaume*, essai 2

1. État de surface au cours de l'essai



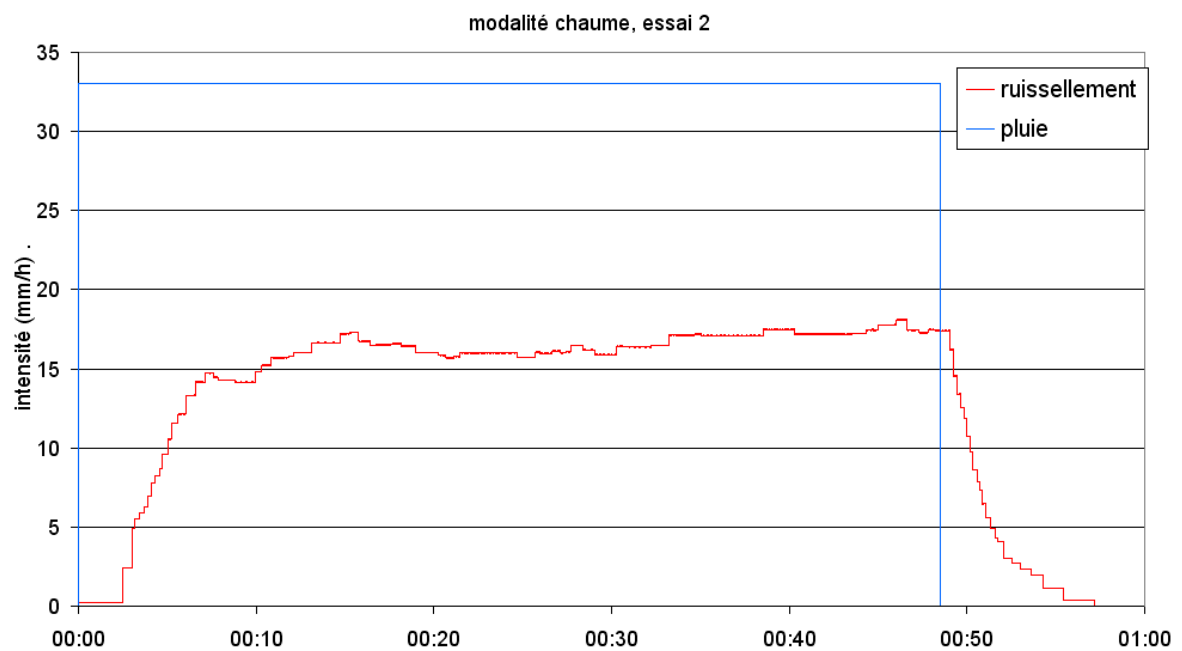
Figure 10 : modalité *chaume*, essai 2, le 3 février 2005 avant la pluie (la flèche indique le sens de la pente)



Figure 11 : modalité *chaume*, essai 2, le 3 février 2005 après la pluie (la flèche indique le sens de la pente)

| | | Avant la pluie artificielle | Après la pluie artificielle |
|--|------------|--|-----------------------------|
| Développement de la croûte de battance | | F2 | F2 |
| Macroporosité | | uniquement celle des chaumes en place, pas de fissures | idem |
| Rugosité | | R0 | R0 |
| Couvert végétal | | 20 %, uniquement dû aux chaumes | 20 % |
| Humidité pondérale | 0 – 2 cm | 25,4 % | 28,4 % |
| | 9 – 10 cm | 22,3 % | 25,6 % |
| | 24 – 26 cm | 22,8 % | 27,0 % |

2. Enregistrement



pluie d'imbibition : 1,5 mm

pluie de saturation : 6 mm

infiltration à saturation : 16 mm/h

D. Modalité chantier de récolte de betterave non travaillé, essai 1

La culture et l'arrachage ont été parallèles à la pente. La placette mesure 5,5 m × 1,5 m, et présente une pente de 2,0 %. L'essai a eu lieu par temps clair, sans pluie ni vent. Une partie de la placette est couverte par le mulch des fanes de betteraves (30 %), et les traces de roues couvrent une surface importante de l'essai (40 %), comme le montre la figure suivante. Le profil du sol montre des traces d'hydromorphie jusqu'à la semelle de labour.

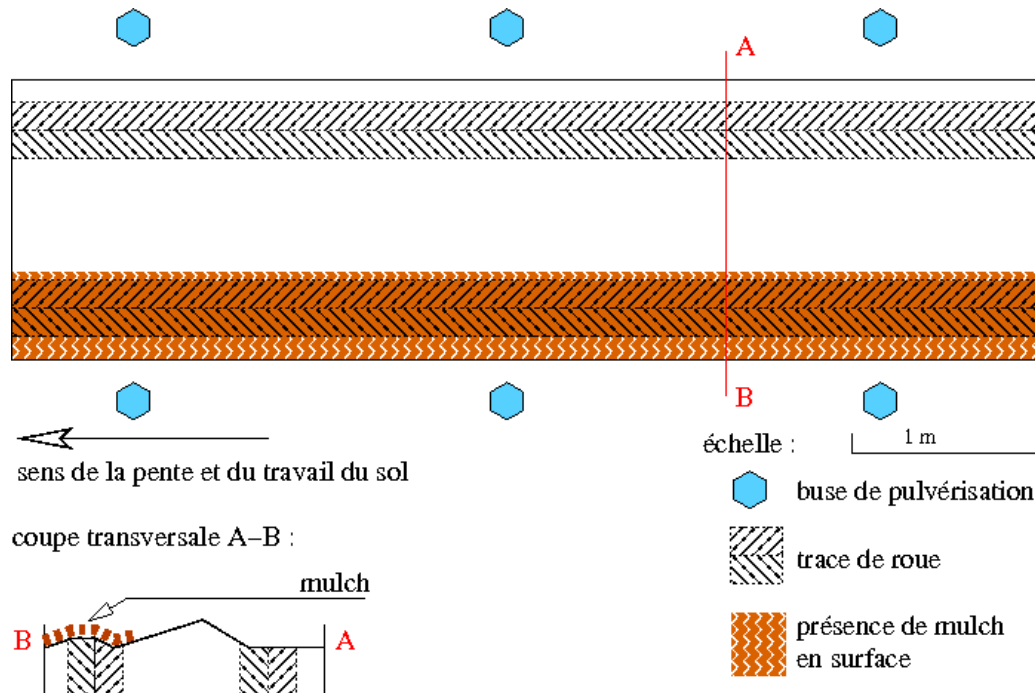


Figure 12 : schéma de la placette de la modalité *chantier de récolte de betterave*, essai 1

1. État de surface au cours de l'essai

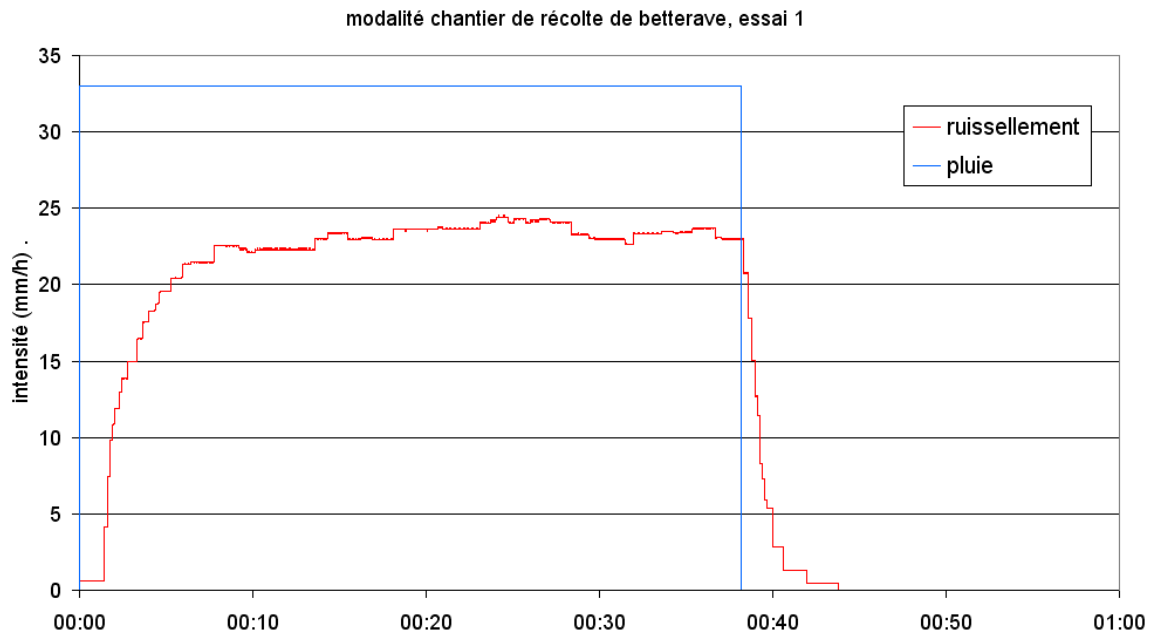


Figure 13 : modalité de *chantier de récolte de betterave*, essai 1, le 3 février ; avant la pluie à gauche, après la pluie à droite (la flèche indique le sens de la pente)

| | | Avant la pluie artificielle | Après la pluie artificielle |
|--|------------|---|-----------------------------|
| Développement de la croûte de battance | | F2 généralisé | F2 généralisé |
| Macroporosité | | aucune | aucune |
| Rugosité parallèle | | R0 hors mulch, R1-R2 avec le mulch | idem |
| Couvert végétal | | < 5 % hors mulch, ~ 20 % avec le mulch | idem |
| Humidité pondérale | 0 – 2 cm | 25,0 % | 29,2 % |
| | 9 – 10 cm | 22,0 % | 22,5 % |
| | 24 – 26 cm | 22,4 % | 24,1 % |

2. *Enregistrement*

Sous la pluie de 33 mm/h, le mulch permet la formation de flaques, mais n'empêche pas la circulation de l'eau jusqu'à l'aval de la placette. Le ruissellement est donc ralenti, mais la continuité hydraulique est néanmoins complète depuis l'amont jusqu'à l'aval de la placette.



pluie d'imbibition : 0,9 mm

pluie de saturation : 4 mm

infiltration à saturation : 9 mm/h

E. Modalité chantier de récolte de betterave non travaillé, essai 2

La culture et l'arrachage ont été parallèles à la pente. La placette mesure 5,5 m × 1,5 m, et présente une pente de 2,0 %. L'essai a eu lieu par temps brumeux, sans pluie ni vent. Une partie de la placette est couverte par le mulch des fanes de betteraves (30 %), et les traces de roues couvrent une surface importante de l'essai (27 %), comme le montre la figure suivante. Une fissure d'ordre métrique est à noter. Elle est présente sur toute la longueur de l'essai, dans un creux de la zone couverte de mulch (voir la coupe transversale de la Figure 14 et les photos de la Figure 15).

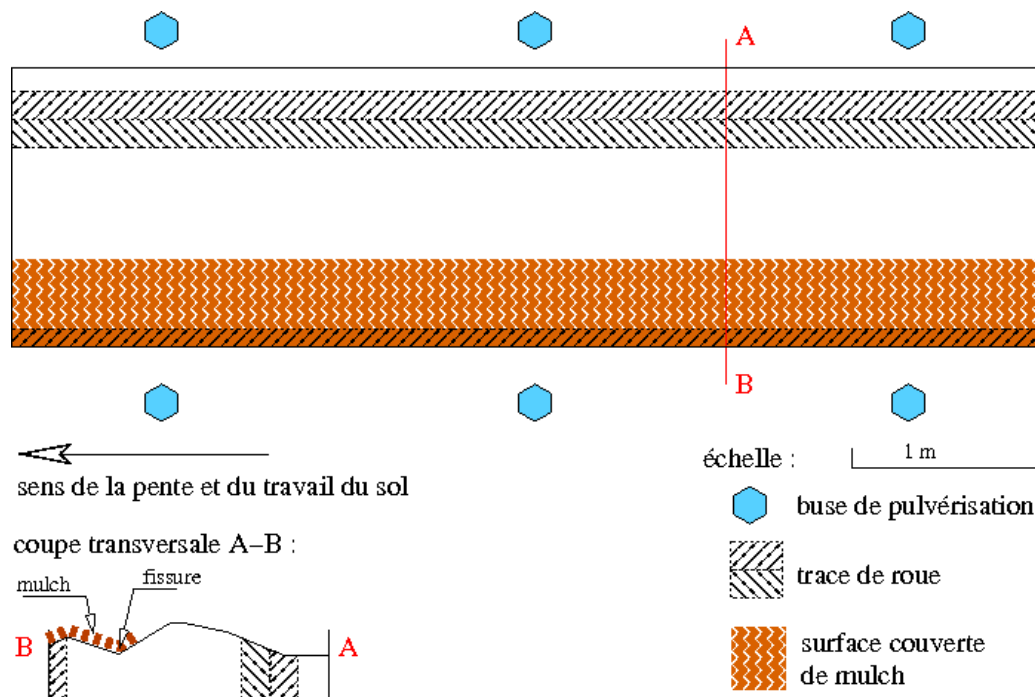


Figure 14 : schéma de la placette de la modalité *chantier de récolte de betterave*, essai 2

1. État de surface au cours de l'essai

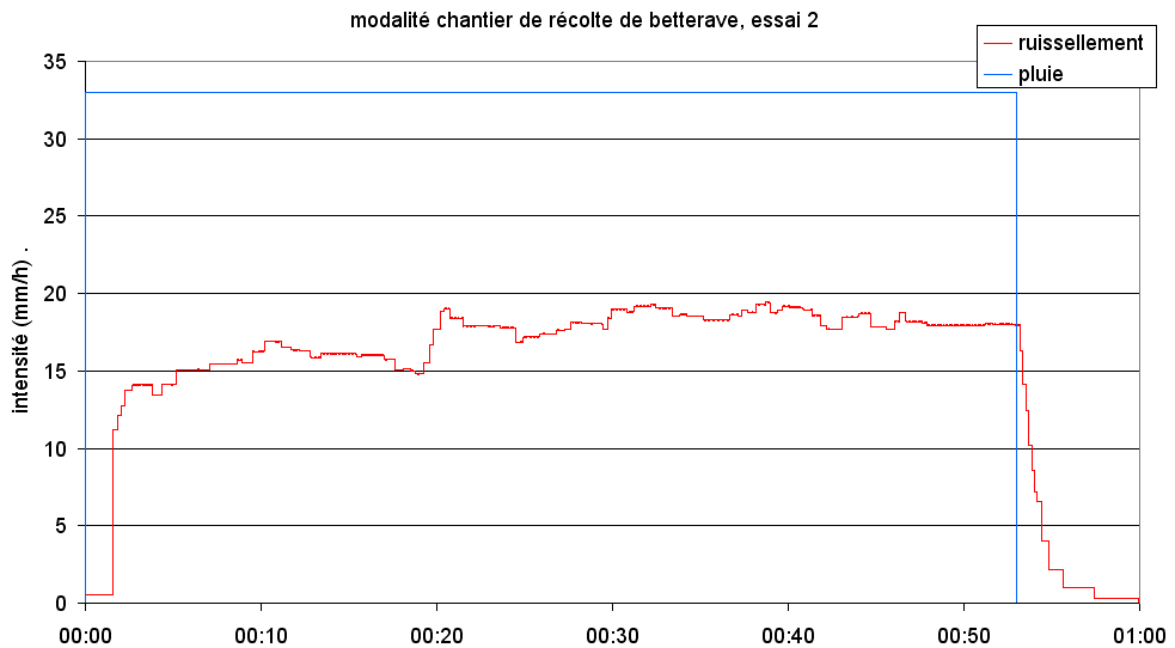


Figure 15 : modalité de chantier de récolte de betterave, essai 2, le 4 février ; avant la pluie à gauche, après la pluie à droite (la flèche indique le sens de la pente)

| | | Avant la pluie artificielle | Après la pluie artificielle |
|--|------------|---|-------------------------------------|
| Développement de la croûte de battance | | F2 généralisé | idem |
| Macroporosité | | une fissure tout au long de la placette au fond du creux couvert par le mulch | idem, la fissure n'est pas refermée |
| Rugosité | | R0 hors mulch, R1-R2 avec le mulch | idem |
| Couvert végétal | | < 5 % hors mulch, ~ 30 % avec le mulch | idem |
| Humidité pondérale | 0 – 2 cm | 24,4 % | 29,9 % |
| | 9 – 10 cm | 23,2 % | 21,5 % |
| | 24 – 26 cm | 22,7 % | 24,0 % |

2. Enregistrement

Après 53 minutes de pluie artificielle, la fissure n'était toujours pas refermée. On a pu observer des flaques profondes de plusieurs millimètres dans le creux couvert de mulch où était présente cette fissure, mais seuls les 50 cm avals de cette zone ont fait parvenir de l'eau aux appareils de mesure. En revanche, toujours dans la zone couverte de mulch, mais dans le creux contre la bordure où les empreintes de pneu étaient visibles, la continuité hydraulique était complète depuis l'amont jusqu'à l'aval.



pluie d'imbibition : 0,9 mm

pluie de saturation : 6 mm

infiltration à saturation : 15 mm/h

III. Analyse et commentaire

A. Qualité des enregistrements

1. *pluie artificielle*

De légères variations de pression font varier l'intensité de la pluie au cours de l'expérimentation. Les variations sont évaluées à ± 1 mm/h. Des variations de vent en cours d'essai peuvent ajouter une variation de l'intensité de la pluie de même ordre. Ces variations de l'intensité pluvieuse expliquent les variations observées sur l'intensité du ruissellement après que la saturation est atteinte (voir notamment l'essai B2, page 13).

2. *mesures du ruissellement*

Les mesures ont toutes été réalisées à l'aide du même auget basculeur, dont la courbe de tarage est précisément connue. Aucun problème technique n'a été à déplorer au cours de ces travaux.

B. Comparaison des modalités *chantier de récolte de blé non travaillé* et *chantier de récolte de betterave non travaillé*

Si les pluies d'imbibition et de saturation sont de même ordre sur les quatre placettes, en revanche, en ce qui concerne l'infiltration à saturation, la variabilité intra-modalité est supérieure à la variabilité inter-modalité, comme le montre le Tableau 2.

Tableau 2 : variabilité à l'intérieur des modalités et entre les modalités

| | C1 | C2 | B1 | B2 |
|----------------------------------|----|----|----|----|
| infiltration à saturation (mm/h) | 4 | 16 | 9 | 15 |
| moyenne par modalité (mm/h) | 10 | | 12 | |
| écart-type intra-modalité (mm/h) | 6 | | 3 | |
| moyenne inter-modalité (mm/h) | 11 | | | |
| écart-type inter-modalité (mm/h) | 1 | | | |

En ce qui concerne la modalité *chantier de récolte de blé non travaillé*, la grande différence entre les infiltrations des deux répétitions peut être expliquée par la proportion différente de traces de roues à la surface des placettes, ainsi que leurs dispositions. Sur C1, les traces de roues couvrent 30 %, contre 11 % sur C2. De plus, les traces de roues en C1 collectent les écoulement vers l'aval, tandis qu'elles représentent plutôt un obstacle à l'écoulement du ruissellement en C2.

Pour la modalité *chantier de récolte de betterave non travaillé*, la différence entre les infiltrations des deux répétitions peut être expliquée par des facteurs locaux également. Les traces de roues sont plus importantes en B1 qu'en B2 (respectivement 40 % contre 27 %), le mulch est plus dense en B2 (la zone de la placette où du mulch est présent a un taux de couvert végétal de 30 % en B2, contre 20 % en B1). Nous avons pu observer que ces résidus ralentissaient la circulation de l'eau en surface, ce qui se traduisait par la présence de flaques d'eau à l'amont des amas de mulch. De plus, en B2, ces flaques se sont formées sur une fissure, présente sur toute la longueur de la placette, et favorisant l'infiltration de l'eau qui y stagnait. En B1, au contraire, le mulch recouvre une zone tassée (trace de roue visible).

IV. Conclusions

Les deux chantiers de récolte testés ici présentent une grande similitude de résultats. Les quatre essais ont des comportements hydrauliques très proches en ce qui concerne les pertes initiales (entre 0,9 mm et 1,5 mm) et les pluies de saturations (entre 4 mm et 6 mm), et très variées pour les infiltrations minimales (entre 4 mm/h et 16 mm/h).

Cette large fourchette d'infiltrations minimales est représentative des hétérogénéités observées sur le terrain : présence plus ou moins grande de mulch, de fissures, de traces de roues. Les observations de chaque placette sont cohérentes avec le classement des infiltrations minimales :

- les plus faibles valeurs d'infiltration (4 à 9 mm/h) correspondent aux placettes qui présentent le plus de surface tassée par les roues d'engins agricoles (30 à 40 %), et dont le mulch ne permet pas d'augmenter l'infiltration, car placé sur des traces de roues peu perméables ;
- les valeurs les plus élevées d'infiltration (15 à 16 mm/h) sont observées sur les placettes présentant moins de traces de roues (11 à 27 % de la surface), et dont le mulch ralentit les écoulements sur des zones plus perméables, comme les zones fissurées.