

# Guide d'évaluation des systèmes de drainage

Une approche renouvelée



# Table des matières

1. INTRODUCTION .....	3
1.1. D'hier à aujourd'hui .....	3
1.2. Contexte actuel .....	4
2. Considérations économiques .....	4
3. Considérations agronomiques.....	5
4. Le drainage souterrain : une science inexacte.....	5
5. Diagnostic de l'efficacité du système de drainage souterrain .....	6
5.1. Pré-diagnostic.....	7
5.2. Diagnostic.....	10
Étape 1. Observation du débit à la sortie du drain .....	10
Étape 2. Suivi de la nappe .....	11
Étape 3. Observation du profil de sol .....	13
Étape 4. Vérification du système de drainage.....	14
5.3. Possibles solutions aux problèmes soulevés dans le diagnostic .....	14
6. Conclusion.....	15
7. Références .....	16
Annexe 1. Méthodologie pour calculer le rendement des cultures.....	17
Annexe 2. Méthodologie pour faire la vérification des drains.....	17
Annexe 3. Méthodologie pour faire le suivi de la nappe .....	19
Annexe 4. Feuille de prise de données pour l'installation de la parcelle.....	23
Annexe 5. Feuille de prise de données pour faire le suivi de la nappe.....	24
Annexe 6. Exemple de prise de données et établissement du diagnostic.....	25

## 1. INTRODUCTION

---

Un drainage adéquat et un sol en bonne santé sont deux éléments indispensables pour obtenir de bons rendements. À moyen et long terme, le drainage souterrain est une solution économique qui améliore la structure et la porosité du sol.

Depuis une dizaine d'années, de plus en plus de producteurs décident de « redrainner », afin de pallier à des problèmes récurrents. En fait, ils ajoutent des drains entre ceux déjà installés, ce qui double le nombre de tuyaux. Face à ce phénomène, quelques questions surgissent : est-il rentable de densifier le réseau de drainage souterrain? Est-ce qu'une défectuosité du système de drainage en place en serait la cause? Y a-t-il un problème de sol qui limiterait l'infiltration de l'eau jusqu'aux drains?

Face à une baisse de rendement, il est facile de croire que le système de drainage soit en cause. Par contre, le problème pourrait être beaucoup plus complexe et les réponses aux questions soulevées nécessitent une réflexion et une méthode de travail afin d'être en mesure de tirer une conclusion adaptée aux problématiques.

Ce guide tente principalement d'apporter des éléments de réponses aux questions soulevées, de réaliser un diagnostic sur l'état du système actuel et ainsi de faciliter la prise de décision afin de corriger la situation de façon durable.

### 1.1. D'HIER À AUJOURD'HUI

---

Selon la littérature, le drainage souterrain est connu et pratiqué depuis 2 200 ans, et ce, dans plusieurs régions du monde. En Amérique du Nord, il fait son apparition aux États-Unis vers la deuxième moitié du XIXe siècle. Au Québec, le drainage apparaît dans les années 40, mais la plupart des champs sont drainés entre 1960 et 1990.

Deux raisons principales expliquent l'augmentation considérable du nombre de drains installés dans les années 70. D'abord, la Commission Royale d'enquête de 1967, connue sous le nom de la Commission April, statue que le plus important facteur limitant le développement de l'agriculture au Québec est le mauvais égouttement des sols. En réponse à ce constat, le gouvernement du Québec met en place des programmes de soutien financier favorisant le drainage souterrain et l'appui technique et scientifique s'y rattachant. Ensuite, l'arrivée du tuyau perforé en polyéthylène haute densité (PEHD) et des charrues-taupes guidées par laser ont grandement facilité la pose de tuyaux de drainage. De 1972 à 1987, plus de 15 millions de mètres linéaires de tuyaux sont posés, représentant une surface d'environ 600 000 ha (AIAQ (2007).

D'ailleurs, une publication de 1944 du Ministère de l'Agriculture explique bien les différents avantages du drainage souterrain :

- réchauffer le sol;
- allonger la saison de culture;
- réduire le coût des travaux;
- augmenter le rendement;
- permettre une meilleure assimilation des engrais;
- diminuer les chances de maladie.

Encore aujourd'hui, le drainage souterrain sert essentiellement à abaisser la nappe d'eau dans le sol afin d'offrir aux racines des plantes un environnement propice à leur développement. Un excès d'eau provoque d'ailleurs l'asphyxie des racines. Une trop longue période d'asphyxie peut nuire considérablement aux rendements, voire même provoquer la mort des plantes en croissance. L'abaissement de la nappe d'eau à un niveau donné dans un laps de temps précis (50 cm en 48 h pour une nappe qui aurait remontée à la surface) permet l'accès aux champs plus tôt au printemps et plus rapidement après un épisode de pluie.

Il est largement démontré que le drainage souterrain permet l'amélioration de la productivité. Dans un climat humide et frais comme celui du Québec, et à plus forte raison dans les basses terres argileuses de la vallée du Saint-Laurent, le drainage souterrain a contribué à d'importantes avancées.

## 1.2. CONTEXTE ACTUEL

---

Le drainage demeure aujourd'hui une préoccupation très importante pour les producteurs agricoles, surtout dans un contexte de changements climatiques, où les précipitations sont intenses et répétées dans un laps de temps plus court. La quantité d'eau qui tombe doit pouvoir être évacuée rapidement.

Selon une étude menée en Ohio, en 1996, voici les cinq facteurs qui affectent le plus les rendements :

1. Le drainage;
2. les variétés cultivées et la résistance aux maladies;
3. les problèmes liés aux insectes et aux mauvaises herbes;
4. la rotation des cultures;
5. les pratiques culturales.

Grâce au drainage, l'agriculture s'est intensifiée. Conséquemment, les pratiques et techniques culturales ont évolué : la machinerie s'est transformée et surchargée, et les travaux de sol s'effectuent plus tôt au printemps. Ces changements entraînent des répercussions visibles et peuvent causer de la compaction des sols. Le système de drainage doit donc être plus efficace et abaisser la nappe phréatique plus rapidement.

Les producteurs agricoles observent des variations de rendement et cette réalité apporte des questions. Est-ce le système de drainage qui est moins efficace et qui cause de la compaction des sols ou est-ce la compaction (ou un sol naturellement massif) qui cause un ralentissement de l'efficacité du système de drainage? C'est avec cette question en tête, notamment, qu'a été conçu ce guide.

## 2. CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

---

Plusieurs éléments doivent être considérés avant d'entreprendre une démarche de drainage. D'abord, le fait de pouvoir effectuer les travaux au champ plus rapidement au printemps et plus tard à l'automne offre une plus grande latitude et représente un avantage certain. Ensuite, le coût du travail du sol, le coût des fertilisants et des autres intrants ainsi que la valeur de la récolte peuvent influencer la décision. Le drainage permet d'enlever l'eau excédentaire plus rapidement et une augmentation de la température des sols, ce qui permet d'ensemencer des variétés de cultures exigeant plus d'unités

thermiques. Également, la forte augmentation de la valeur des terres par rapport au coût des opérations de drainage peut certainement constituer un incitatif à augmenter l'intensité dudit drainage. Mais est-ce une solution rentable?

Par exemple, dans les années 70, la valeur d'une terre agricole en Montérégie était d'environ 600 \$ l'hectare. Le coût des travaux de drainage souterrain, quant à lui, se rapprochait de ce même montant. Quarante ans plus tard, la valeur moyenne des terres en Montérégie est de 19 000 \$ l'hectare et certaines transactions atteignent même 30 000 \$ l'hectare. Actuellement, le coût du drainage souterrain neuf varie entre 2 500 \$ et 3 000 \$ l'hectare. Doubler les drains et diminuer l'écartement de 15 m à 7,5 m coûte à ce jour autour de 2 000 \$ l'hectare. Le prix d'une terre agricole a grimpé de plus de 20 fois alors que celui du drainage de 5 fois seulement. Le ratio du coût drainage sur le coût des terres a diminué substantiellement, d'où l'engouement pour le redrainage.

Une étude menée en Ontario au début des années 80 démontre que pour un sol argileux naturellement mal drainé, plus l'espacement entre les drains est petit, plus les rendements en maïs-grain, soya et blé sont élevés. Cet essai incluait sept écartements différents variant entre six et 24 mètres (Bolton et al., 1980). Lors d'une expérience différente, menée par les chercheurs Madani et Brenton (1995) dans un type de sol semblable, le taux de rabattement de la nappe s'améliorait significativement lorsque l'écartement passait de 12 m à 6 m, puis de 6 m à 3 m. Par contre, dans ce cas-ci, le coût d'ajout de tuyaux ne justifiait pas de drainer avec un écartement si serré.

Bien que dans les sols argileux on ne puisse pas « trop » drainer (la capacité de rétention et la capillarité sont fortes), on peut tout de même investir sans obtenir de résultat. Les deux études précédentes démontrent que divers résultats sont envisageables. La pose de tuyaux trop rapprochés implique une dépense superflue, même si elle n'implique pas de dommages au sol proprement dit. Par contre, pour les sols ayant une plus faible capillarité, comme pour certains sols sableux grossiers, il est important de ne pas drainer trop intensivement, ce qui aurait pour effet d'abaisser la nappe trop profondément et ainsi limiter l'approvisionnement en eau pour le système racinaire. La profondeur des tuyaux dans ces types de sols est un élément clé à considérer.

### **3. CONSIDÉRATIONS AGRONOMIQUES**

---

Si le coût des travaux pour doubler le nombre de drains s'amortit facilement, il ne faut pas passer outre l'examen attentif du système de drainage actuellement en place avant d'investir dans le drainage additionnel. En effet, sans le diagnostic proposé dans ce document, il est difficile de prédire si la réponse du drainage additionnel sera positive. Le suivi de la nappe suggéré aide spécifiquement à prédire quel est le moment idéal d'entrée au champ. Il détermine le rabattement de la nappe et caractérise la compaction rencontrée.

Ce guide permettra donc aux lecteurs de déterminer si le redrainage peut être bénéfique, ou si une autre alternative peut améliorer les conditions des champs problématiques à moindre coûts.

### **4. LE DRAINAGE SOUTERRAIN : UNE SCIENCE INEXACTE**

---

Le drainage souterrain n'est pas une science exacte. La conception des plans de drainage se fait à l'aide de nombreuses données et un certain nombre de calculs donnant des indications sur les écartements et la profondeur des drains. De plus, le système de drainage en place peut être adéquat, mais le sol peut être l'élément limitant (sol naturellement massif, mal structuré ou compacté par le poids de la machinerie et des passages répétés en condition de sol trop humide).

Les données nécessaires à la réalisation des calculs théoriques sont complexes et la réalité terrain l'est tout autant. Cette confrontation « théorique-pratique » entraîne des prises de décisions mettant de côté certains éléments pouvant mener à une généralisation lors de la conception. E.K. Matthew et J. Ir. Vos (2003) ont mis de l'avant certains éléments démontrant cette réalité :

- La simplification des équations de drainage alors que la réalité terrain est très complexe;
- l'aquifère à travers lequel l'eau voyage n'est pas homogène du tout;
- les sols, particulièrement dans les plaines alluviales, comportent des horizons et des perméabilités qui varient considérablement autant verticalement qu'horizontalement;
- la conductivité hydraulique mesurée par la méthode du trou à la tarière varie d'une parcelle à l'autre;
- le taux d'infiltration et la porosité drainable changent en fonction de la texture et de la structure du sol, et ce, à l'intérieur d'un même champ.

Ainsi donc, divers facteurs dont un lié à la résistance du mouvement de l'eau autour du tuyau, ne sont pas nécessairement pris en compte lors des calculs de planification. Ceci a pour effet d'uniformiser les systèmes. Ainsi, sur le terrain, on observe que l'écartement entre les latéraux ne varie pas beaucoup, allant généralement de 13 à 16 mètres. Fait à noter, autrefois, le coefficient de drainage était rabaisé à 10 mm par jour dans les argiles peu perméables de manière à respecter l'écartement habituel et de drainer à un coût à l'hectare abordable.

Il existe de nombreux documents techniques et scientifiques sur le thème du drainage souterrain. Le « guide de référence technique en drainage souterrain et travaux accessoires » publié en 2005 par le CRAAQ est une bonne source d'information qui présente les équations. Au Québec, il est fortement conseillé de s'y référer pour connaître les méthodes de calcul et les recommandations sur le drainage souterrain.

Les principales données utilisées pour la conception d'un système de drainage sont : la vitesse de rabattement souhaitée de la nappe, la conductivité hydraulique au-dessus et en dessous des drains, la profondeur des drains, la porosité de drainage du sol et la profondeur à laquelle se trouve la couche imperméable. Ces facteurs ont permis de concevoir les systèmes de drainage il y a 40 ans. L'évaluation de l'efficacité des systèmes de drainage souterrains actuelle se base sur les mêmes éléments, soit le rabattement de la nappe et l'observation de l'état du sol mais propose une approche renouvelée et amène un éclairage différent.

## **5. DIAGNOSTIC DE L'EFFICACITÉ DU SYSTÈME DE DRAINAGE SOUTERRAIN**

---

Le principal objectif du diagnostic de l'efficacité du système de drainage est de vérifier si ce dernier répond aux attentes du producteur agricole. Pour réaliser ce diagnostic, il faut étudier le rabattement de la nappe et le mouvement de l'eau vers les drains et dans les drains. Il porte principalement sur le fonctionnement actuel du système, sur l'état du sol et sur la capacité du système à rabattre la nappe, c'est-à-dire à évacuer l'eau dans un délai de temps déterminé.

Avant de réaliser ce diagnostic, il est important de dresser un portrait de l'entreprise et de détenir tous les documents, éléments utiles à la réalisation du diagnostic.

## 5.1. PRÉ-DIAGNOSTIC

---

### 1. Avant de se rendre au champ

Plusieurs documents et informations sont utiles afin de résoudre les problèmes reliés au système de drainage rencontré par les agriculteurs. Ils sont énumérés ci-dessous.

- **Plan de drainage et informations sur le système de drainage**

Il s'agit du document le plus important à obtenir. Les modifications apportées au plan original et l'année d'exécution des travaux y sont indiquées. Généralement, les drains y sont colorés lorsqu'ils ont été installés.

- **Système de drainage**

Il comprend généralement les dates et les conditions de terrain lors de l'installation, le type de tuyau utilisé et la présence (ou l'absence) d'enveloppe filtrante. Les dates de remplacement des sorties de drain et les réparations devraient également y être indiquées.

- **Modèle numérique de terrain (carte topographique)**

- **Plan de nivellement**

- **Cartes pédologiques**

- **Photos aériennes**

- **Rendement et méthodes culturales**

On doit pouvoir obtenir les cartes de rendements et les variations des rendements dans le temps. Le travail du sol, la machinerie utilisée et la régie d'épandage des déjections animales sont également utiles.

### 2. Inspection préliminaire au champ

Plusieurs aspects sont à vérifier au champ avant de commencer le diagnostic de l'efficacité du système de drainage. Ils sont listés ci-dessous.

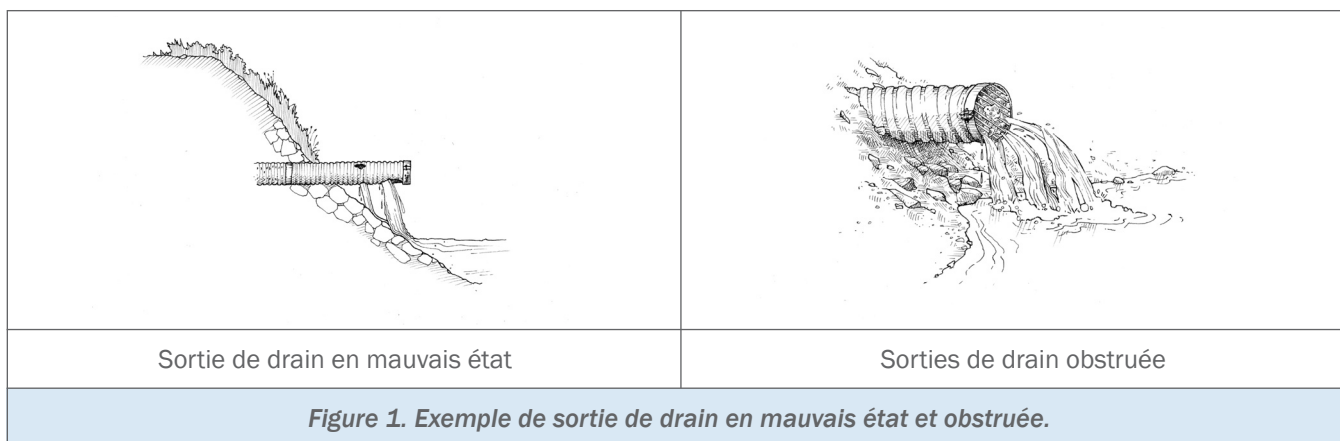
- **Évaluation du drainage de surface**

En premier lieu, il faut s'assurer que le problème n'est pas lié au drainage de surface. Il faut aussi s'assurer que l'eau puisse s'écouler vers les exutoires et vérifier l'état des fossés et des cours d'eau. Il peut parfois être utile ou même nécessaire d'utiliser des données de microtopographie.

Pour plus d'information sur le drainage de surface, on peut consulter le document « Diagnostic et solutions de problèmes d'érosion au champ et de drainage de surface » (Stämpfi et al., 2007).

- **Inspection des sorties de drains**

Les sorties de drain ne doivent pas être percées, bouchées ou être sous le niveau de l'eau (Figure 1). Une grille est nécessaire pour empêcher les rats musqués de pénétrer dans les drains. Elles ne doivent pas être recouvertes de sédiments. Pour plus de précision, on peut consulter le document « Aménagement des sorties de drains » (Potvin, 2008).



• **Observation de la culture**

Les éléments suivants doivent être observés :

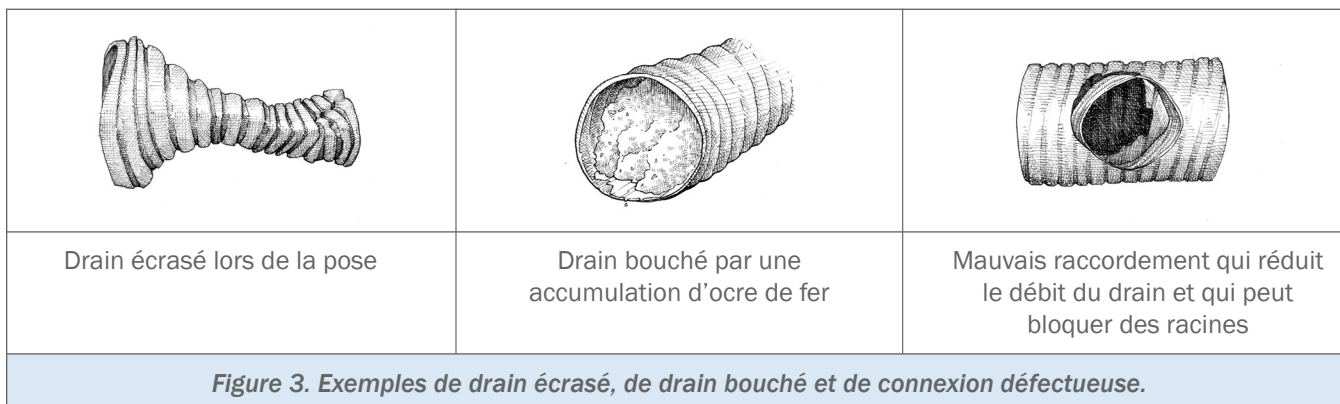
- régularité de la culture;
- présence de zones dans le champ où la culture pousse moins bien (changements de couleur ou de hauteur);
- position et géométrie de ces zones : bords des planches, cassés de pente, bas de pente, au-dessus des drains versus entre les drains.

Il est fortement recommandé de mesurer les rendements des cultures entre les drains et sur les drains. La méthodologie pour la prise de rendement est présentée à l'annexe 1.

De manière générale, avec les informations recueillies et les observations faites au champ, trois cas problématiques reviennent plus souvent. Ces trois situations sont décrites ci-dessous et sont résumées au tableau 1.

**Situation 1 : Mauvais rendement dans une petite partie du champ.**

Un problème de drainage souterrain peut être à l'origine d'un tel problème. Toutefois, il faut aussi considérer la possibilité d'une zone de sol moins productive (mauvaise structure, faible taux de matière organique, etc.) ou d'une baissière localisée qui favorise l'accumulation de l'eau de surface. Si le problème est lié au drainage souterrain, il y aura présence d'une nappe d'eau élevée au-dessus du drain indiquant une mauvaise évacuation de l'eau dans le drain. Généralement, l'observation du système à cet endroit permettra d'identifier le problème. Quelques causes telles que celles-ci sont possibles : un drain écrasé, un bouchon de racines ou d'ocre ferreux, une section de drain installée à contre-pente, un mauvais raccord de drain, un trou creusé par un rongeur laissant entrer du sol bloquant le passage de l'eau, ou encore un rongeur mort dans le drain (Figure 3).



Dans la majorité des cas, ce problème est ponctuel et facile à corriger surtout lorsqu'il est associé aux drains. Un drain bouché par l'ocre de fer est plus problématique puisque le problème peut se répéter une fois la section du drain remplacée.

**Situation 2 : Mauvais rendement dans l'ensemble du champ et peu ou pas de variation de rendement sur et entre les drains.**

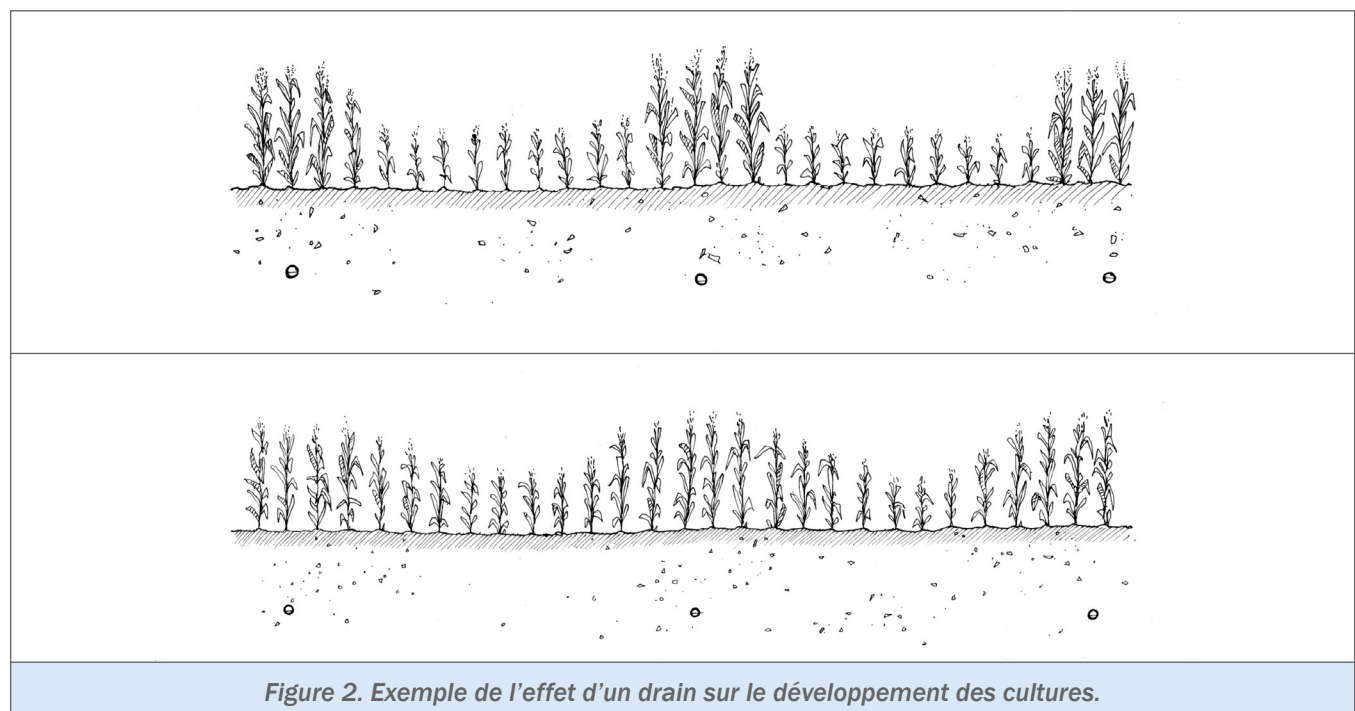
Dans ce cas, il est possible que l'ensemble du système de drainage ne fonctionne pas. D'autres causes sont toutefois possibles et doivent aussi être explorées avant d'évaluer le drainage : séries de sol de faible potentiel, problèmes agronomiques, problèmes de compaction, présence de couche de sol naturellement imperméable, etc. Les problèmes de compaction sont souvent liés à un drainage déficient, ce qui oblige à évaluer ce dernier. Il est recommandé d'observer le débit à la sortie du drain, de faire le suivi de la nappe, de faire des profils de sol et de vérifier l'état du réseau de drainage.

**Situation 3 : Mauvais rendement dans une grande partie du champ et rendement meilleur au-dessus des drains qu'entre les drains.**

Dans ce cas, il est fort probable que le système de drainage souterrain limite le rendement des cultures. Les drains peuvent être trop espacés ou être à une profondeur trop faible. Il est recommandé de faire le suivi de la nappe, d'effectuer des profils de sol et d'observer le réseau.

Lorsqu'on voit une différence marquée du développement de la culture entre le dessus du drain et l'entre-drain, il faut noter la largeur de la bande où la culture est plus belle. Parfois, cette bande est large et graduelle alors que d'autres fois elle est mince et très marquée (Figure 2). L'effet des drains sur la culture peut être lié à un drainage plus rapide et/ou à une décompaction profonde lors du passage de la charrue-taube.

Plus la bande est mince et marquée, plus il y a de chances que le passage de la charrue taube ait créé un chemin préférentiel à l'eau dans un sol peu perméable ou compacté. Plus l'état des cultures se modifie graduellement, plus il y a de chances qu'on se rapproche d'un écartement trop grand par rapport aux besoins de la culture. Dans ce dernier cas, la zone entre les drains peut avoir souffert d'un drainage plus lent, et en conséquence, être plus vulnérable à la compaction.



Les trois situations sont résumées au tableau 1.

Tableau 1. Résumé des situations rencontrées et du diagnostic nécessaire

<i>Tableau 1. Résumé des situations rencontrées et du diagnostic nécessaire.</i>	
<b>Situation 1 :</b> Mauvais rendement dans une petite partie du champ	Le pré-diagnostic permet de localiser le problème sur le plan de drainage et dans le champ. Le diagnostic complet permettra d'identifier le problème, particulièrement l'étape 4, qui vérifie le système de drainage. Le problème est généralement résolu par un entretien ou une réparation ponctuelle du système de drainage.
<b>Situation 2 :</b> Mauvais rendement dans l'ensemble du champ et peu ou pas de variation de rendement sur ou entre les drains	Le rendement des cultures laisse croire que le drainage souterrain ne fonctionne pas du tout. Le diagnostic complet doit être réalisé pour identifier la cause du mauvais drainage et recommander les solutions appropriées.
<b>Situation 3 :</b> Rendements meilleurs au-dessus des drains qu'entre les drains (problème qui généralement se produit sur des superficies étendues)	Le rendement des cultures indique que le drainage souterrain fonctionne mais pas parfaitement. L'observation du débit à la sortie du drain n'est pas nécessaire pour le diagnostic. Le diagnostic doit tout de même être réalisé pour identifier la cause du mauvais drainage et recommander les solutions appropriées.

## 5.2. DIAGNOSTIC

La méthode suggérée pour réaliser le diagnostic de l'efficacité du système de drainage souterrain comporte quatre étapes :

- 1) Observation du débit à la sortie du drain
- 2) Suivi de la nappe
- 3) Observation du profil de sol
- 4) Vérification du système de drainage

### Étape 1. Observation du débit à la sortie du drain

La première étape du diagnostic est de vérifier l'état de la sortie de drain et le débit d'eau à la sortie, tôt au printemps ou après une pluie. Lorsque la nappe est haute, le débit à la sortie du drain devrait être important (1/2 du diamètre ou plus si la pente est faible). D'autres observations importantes doivent être faites. Par exemple, l'absence de grille peut permettre l'entrée de rongeurs dans le système, la présence d'une coloration orangée indique la présence de fer dans l'eau de drainage et donc la possibilité de colmatage des pertuis, du matériel filtrant ou la formation de bouchons d'ocre ferreux dans le drain. Un écoulement d'eau sur le pourtour de la sortie peut indiquer une restriction de l'eau près de la sortie. Cette étape permet donc de faire quelques hypothèses sur l'état du système.

Selon le débit à la sortie, deux situations sont possibles :

- **Le débit à la sortie des drains est faible en présence d'une nappe élevée**

Si la sortie de drain n'est pas en cause, il faut vérifier le collecteur. La méthodologie pour vérifier les drains est présentée à l'annexe 2. Si le collecteur est brisé ou bouché, il est plein d'eau en amont du problème et vide en aval. Une restriction du passage de l'eau au niveau du collecteur peut nuire à l'ensemble du réseau en amont. Si le collecteur n'est pas en cause, il est nécessaire de pousser le diagnostic de manière plus approfondie (voir autres étapes ci-dessous).

Il est possible aussi que la sortie de drain soit sous le niveau d'eau dans le fossé, rendant difficile la vérification du débit. Il faut quand même vérifier l'état du collecteur. Pour faire cette vérification, il faut s'assurer de le déterrer à un endroit où le collecteur est plus haut que le niveau d'eau du fossé.

- **Débit à la sortie des drains élevé (1/2 du diamètre ou plus si la pente est faible) en présence d'une nappe élevée**

Ceci indique que le collecteur fonctionne bien en général. Il est alors suggéré de faire les étapes suivantes du diagnostic.

## Étape 2. Suivi de la nappe

La deuxième étape du diagnostic consiste à faire le suivi de la nappe. Ce suivi se déroule sur une bonne partie de la saison de culture. Il permet de valider si le rabattement de la nappe répond aux attentes du producteur agricole et si la hauteur de la nappe nuit au rendement des cultures. Ce suivi permet aussi de valider la forme de la nappe. La méthodologie pour réaliser cette étape est présentée à l'annexe 3. Le « Guide de référence technique en drainage souterrain » (Beaulieu, et al., 2005) décrit les rabattements visés lors de la conception des réseaux de drainage.

Le résultat du suivi du rabattement de la nappe permet de comparer les performances du système actuel avec les attentes du producteur. La figure 4 montre les courbes d'une nappe qui se rabat rapidement après qu'une pluie l'ait fait remonter. Les trois courbes représentent la position de la nappe à la fin de sa remontée lorsqu'elle atteint la surface, 24 heures et 48 heures plus tard. La figure 5, quant à elle, montre un rabattement plus lent pour une même situation initiale.

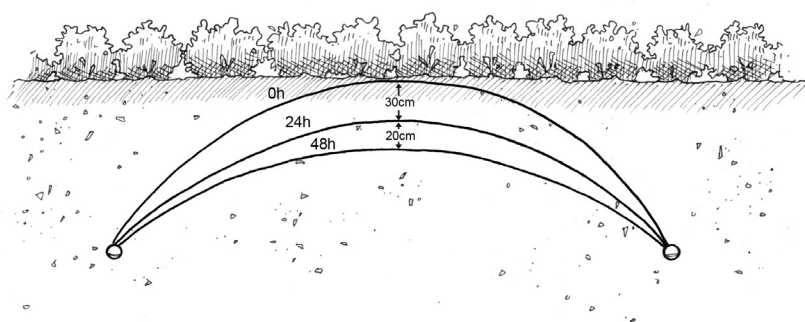


Figure 4. Rabattement rapide de la nappe.

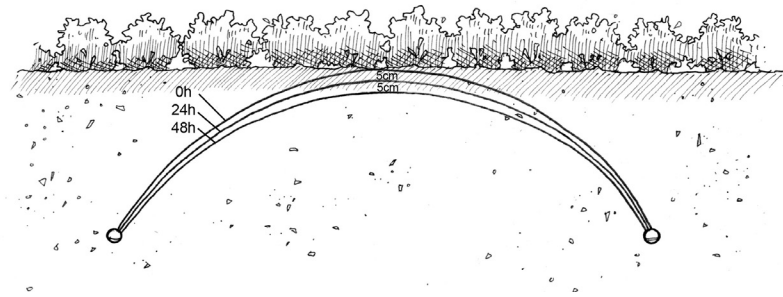


Figure 5. Rabattement lent de la nappe


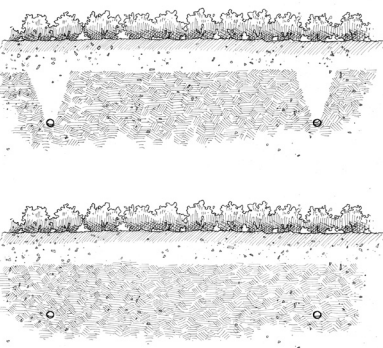
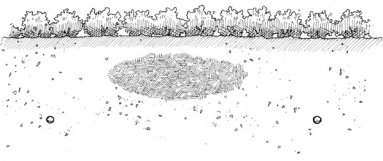
La forme de la nappe peut aider à identifier un problème de drainage. Le tableau 2 présente différentes forme de nappe et les problèmes possibles pouvant y être reliés.

Tableau 2. Forme de nappe et problèmes.	
Forme de la nappe quelques jours après l'arrêt de la pluie	Problème possible
<p>Figure 6. Nappe normale</p>	<p>Bien que tous les éléments doivent être pris en compte avant de poser un diagnostic, quelques hypothèses sont proposées.</p> <p>L'eau descend normalement dans le profil sous l'effet des drains souterrains.</p>
<p>Figure 7. Nappe basse au-dessus des drains, haute et horizontale entre les drains</p>	<p>L'eau ne descend pas selon une forme parabolique normale. Seules les bandes au-dessus et très près des drains présentent une nappe basse sauf sur les drains.</p> <p>Puisque la nappe se rabat bien au-dessus des drains, le réseau semble bien fonctionner. Un horizon imperméable du sol semble limiter le mouvement de l'eau vers le bas. Le passage de la charrue-taube lors de l'installation des drains a eu pour effet de défoncer le sol imperméable et permet à l'eau de passer.</p>
<p>Figure 8. Nappe horizontale et haute sur toute la largeur</p>	<p>L'eau ne descend pas dans le profil.</p> <p>Les drains n'ont aucun effet sur la nappe. Le sol semble limiter le mouvement de l'eau vers les drains.</p>
<p>Figure 9. Nappe de forme normale mais ne descend pas jusqu'au drain</p>	<p>L'eau descend normalement mais pas suffisamment au-dessus des drains.</p> <p>L'effet des drains est visible mais il semble y avoir une restriction à laisser entrer l'eau dans le système. La cause de cette restriction doit être vérifiée.</p> <p>Voici quelques pistes : sol autour du drain peu perméable, les pertuis ou l'enveloppe filtrante limite l'entrée de l'eau dans les drains, les drains sont remplis de sédiments, les drains sont submergés, il y a des restrictions au passage de l'eau en aval, etc.</p>

### Étape 3. Observation du profil de sol

La troisième étape du diagnostic est de faire un profil de sol afin de s'assurer que le sol n'est pas l'élément limitant l'évacuation et l'infiltration d'eau. En effet, il existe deux principales difficultés associées aux sols : 1) le type de sol limite le déplacement de l'eau vers le drain (sol naturellement massif ou mal structuré); et 2) la compaction limite le déplacement de l'eau vers le drain (le sol est compacté par le poids de la machinerie et les passages répétés en condition de sol trop humide).

La réalisation de profils de sol permet de voir s'il existe une couche de sol compacte ou limitante au-dessus du niveau des drains qui restreint le mouvement de l'eau. Si le mouvement de l'eau est limité par cette zone, il est important de déterminer à quelle profondeur se situe cette bande. Il est suggéré de faire un minimum de deux profils de sol dont un entre les drains et un au-dessus d'un drain. Avant de réaliser cette étape, il est recommandé de consulter le « Guide sur les profils de sol agronomiques » (Weill, 2009). Le tableau 3 résume trois situations possibles.

<b>Tableau 3. Profil de sol et problèmes rencontrés.</b>	
<b>Localisation de la zone compacte dans les profils de sols</b>	<b>Problème possible</b>
 <p><b>Figure 10. Profil de sol ayant une zone compacte en surface</b></p>	<p>Il y a une couche de sol compactée relativement haute dans le profil de sol et elle est présente sur toute la largeur.</p> <p>Cette zone est compactée par les opérations culturales réalisées lorsque le sol est trop humide. Généralement cette couche se situe entre 10 cm et 40 cm de profondeur.</p> <p>Dans ce cas, il se peut que les drains ne fonctionnent pas du tout et donc que le sol soit toujours trop humide, même au-dessus des drains. Le passage de machinerie compacte le sol en surface puisque la surface n'est jamais suffisamment ressuyée. Il se peut aussi que les drains fonctionnent mais que les opérations culturales aient été réalisées quand le sol était trop humide.</p>
 <p><b>Figure 11. Profil de sol ayant une zone compacte en profondeur, décompactée ou non sur le drain</b></p>	<p>Il y a une zone de sol compact en profondeur dans le profil de sol.</p> <p>Cette zone peut ou non avoir été décompactée lors de l'installation des drains par le passage de la charrue-taupo.</p> <p>Ce sol est naturellement peu perméable sous l'horizon de sol travaillé soit de 20 à 40 cm. Il y a une couche de sol compacte, massive et peu perméable au-dessus des drains qui empêche l'eau de se rendre aux drains; cette couche peut être d'une profondeur variable et difficile à améliorer. C'est le cas pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- certains sols argileux ou limoneux;</li> <li>- certains tills (sols d'origine glaciaire);</li> <li>- certains sols sableux très fins;</li> <li>- certains sols sableux podzoliques (horizon durique et placique, orstein).</li> </ul> <p>Dans ce cas, le drainage souterrain peut aider mais aura toujours ses limites. La perméabilité de la tranchée de drainage est un atout. Un excellent nivellement de surface sera requis.</p>
 <p><b>Figure 12. Profil de sol ayant une zone compacte entre les drains</b></p>	<p>Il y a une zone de sol compact dans le haut du profil de sol seulement entre les drains.</p> <p>Cette zone est compactée par les opérations culturales mais seulement entre les drains. Généralement, cette couche se situe sous les travaux de sol de 20 à 40 cm. Cette compaction peut s'aggraver avec le temps.</p> <p>Dans ce cas, le sol se compacte puisqu'il prend trop de temps à s'assécher entre les drains.</p> <p>La décompactation et le redrainage sont des solutions possibles afin de corriger la situation et éviter que la compaction se recrée.</p>

#### Étape 4. Vérification du système de drainage

La quatrième étape est la vérification du système de drainage et de son pourtour. La méthodologie proposée pour réaliser cette étape est décrite à l'annexe 2. L'observation d'un ou de plusieurs drains permet de vérifier s'il y a un dépôt au fond et de quelle épaisseur est celui-ci. Il est fréquent de trouver un dépôt de limon ou de sable fin dans les drains. Une épaisseur de plus de 2,5 cm de dépôt pourrait être problématique. La présence d'un dépôt de sable dans les drains indique un mauvais choix de matériel filtrant, alors que la présence d'argile dans ceux-ci indique qu'il y a sédimentation dans le drain et donc un faible débit. Pour plus d'informations sur les matériaux filtrants, il est préférable de consulter le « Guide de référence technique en drainage souterrain » (Beaulieu, et al., 2005).

L'état de la membrane et des pertuis doit être noté. Du sol ou du fer peut bloquer la membrane ou les pertuis. Pour plus d'information sur le colmatage ferrique, le document intitulé « Le colmatage des drains par l'ocre de fer. Un problème qu'il faut prévoir » (Asselin, 1988) peut être consulté. Le pourtour du drain peut devenir imperméable si la pose a été réalisée en condition humide. Dans certains sols argileux ou limoneux, les mauvaises conditions d'installation peuvent avoir un effet scellant. Dans tous les cas, si l'eau entre difficilement dans les drains, la nappe restera juste au-dessus du drain et une zone très humide autour du drain sera visible. Si une nappe est présente, le sens de l'écoulement de l'eau dans les drains doit être confirmé et noté. La présence de racines peut aussi être prise en note car il est fréquent d'en voir dans le réseau de drainage et celles-ci peuvent bloquer le système. Lorsque ces racines meurent, elles sont emportées vers la sortie avec les eaux de drainage. Le blocage des drains par des accumulations de racines se produit généralement dans les endroits où il y a des obstacles dans le système (intersection, enture, etc.).

À cette étape du diagnostic, les restrictions ponctuelles auront fort probablement été identifiées et localisées. Une fois ces observations terminées, il sera plus facile de faire un constat du ou des problèmes rencontrés. Le conseiller ou le producteur sera en mesure de prendre une décision éclairée afin d'améliorer ou de corriger le système de drainage à l'étude.

### 5.3. POSSIBLES SOLUTIONS AUX PROBLÈMES SOULEVÉS DANS LE DIAGNOSTIC

Les problèmes rencontrés lors des observations peuvent être localisés ou généralisés à l'ensemble du champ. Ils peuvent être liés aux matériaux de drainage, au type de sol, à une conception du système qui ne répond plus aux besoins d'aujourd'hui, à une installation dans des conditions inadéquates ou encore à une combinaison de ces facteurs.

Le tableau 4 et l'annexe 6 présentent les problèmes possibles identifiés lors de la réalisation du diagnostic et les solutions adéquates permettant d'améliorer le drainage souterrain.

<i>Tableau 4. Synthèse des problèmes et solutions proposées pour corriger la situation.</i>		
Diagnostic	Problème	Solution
<b>L'eau reste dans le drain.</b>  <b>Situation 1 :</b> <b>Mauvais rendements dans une petite partie du champ.</b>	Contre-pente.	Redrainage d'une section afin de diriger l'eau vers un exutoire avec une pente positive.
	Mauvaise connexion ou raccord.	Réparation.
	Bouchons : racines, ocre ferreux (Asselin 1988), sédiments, rongeurs, sol.	Nettoyage ou débouchage.

<i>(suite) Tableau 4.</i>		
Diagnostic	Problème	Solution
<p>L'eau reste dans le sol.</p> <p><b>Situation 2 :</b> Mauvais rendements dans l'ensemble du champ et il n'y a que peu ou pas, de variation de rendements sur ou entre les drains.</p> <p>et</p> <p><b>Situation 3 :</b> Mauvais rendements dans une grande partie du champ et rendements meilleurs au-dessus des drains qu'entre les drains.</p>	Pertuis ou membrane bloqués par le fer ou par du sol.	Nettoyage ou redrainage. <i>Voir note<sup>1</sup>.</i>
	Pertuis trop petit ou en nombre trop faible (problème de fabrication du drain).	Redrainage.
	Pourtour du drain colmaté.	Redrainage.
	Drains remplis de sédiments.	Nettoyage, filtre ou redrainage. <i>Voir note<sup>1</sup>.</i>
	Compaction du sol en surface.	Décompactation et redrainage. <i>Voir note<sup>2</sup>.</i>
	Compaction du sol en profondeur.	<i>Nivellement et redrainage.</i> <i>Voir note<sup>3</sup>.</i>

**Note<sup>1</sup>** : Le nettoyage des drains a des limites et peut être coûteux. Le redrainage peut être plus avantageux. En présence d'ocre de fer, il faut effectuer les vérifications d'usage avant de redrainer afin de s'assurer que les nouvelles installations aient une durée convenable.

**Note<sup>2</sup>** : Le décompactage de la zone massive est nécessaire. Après le travail de décompactation, la capacité du système de drainage à rabattre la nappe doit être réévaluée. Si les performances ne sont pas adéquates et que l'on observe que les drains sont trop espacés, trop ou pas assez profonds ou encore que la pente est inadéquate, le redrainage sera nécessaire afin d'éviter de recompacter le sol. La décompactation peut être une combinaison de sous-solage et de cultures appropriées.

**Note<sup>3</sup>** : Le nivellement de surface doit être fait minutieusement afin d'évacuer l'eau de surface le plus rapidement et efficacement possible. Le redrainage peut aider sans toutefois régler complètement la situation. Également, la perméabilité de la tranchée de drainage est un atout considérable pour l'efficacité du drainage souterrain.

## 6. CONCLUSION

L'efficacité du réseau de drainage souterrain d'une parcelle est directement liée avec sa productivité. Drainer une parcelle en double peut représenter un investissement considérable pour une entreprise agricole. Cette décision doit donc être précédée d'un diagnostic complet du sol et du réseau déjà en place. Le diagnostic de l'efficacité du réseau de drainage aidera le producteur et son conseiller à comprendre les raisons expliquant la lenteur de l'égouttement souterrain d'une parcelle.

Dans certains cas, les problèmes d'égouttement souterrain seront localisés et seront rapidement solutionnés par un entretien ponctuel.

Dans plusieurs autres cas, le diagnostic permettra d'identifier une zone de sol qui limite le mouvement de l'eau vers les drains. Dans certains cas, cette zone sera naturelle et en profondeur. Dans d'autre cas, cette zone aura été créée par des opérations culturales réalisées sur un sol trop humide et sera plus en surface. Les sols naturellement compacts en profondeur auront toujours un drainage souterrain limité; le doublage des drains aura donc un impact limité sur les rendements. Les sols compactés en surface devront être décompactés afin que le mouvement de l'eau vers les drains soit plus rapide. Afin d'éviter à tout prix la recompaction, les opérations culturales devront dorénavant être réalisées sur un sol ressuyé. Le doublage des drains fait partie des options à considérer afin d'éviter la recompaction, tout comme l'amélioration de la structure du sol, la gestion du trafic au champ, la modification des pratiques d'épandage des fumiers, la patience, etc. La réalisation du diagnostic complet incitera le producteur et son conseiller à se poser la question suivante : le sol est compacté car il est trop humide ou il est trop humide car il est compacté?

## 7. RÉFÉRENCES

---

April, N. (1967).

*L'assainissement des sols au Québec : rapport de la Commission royale d'enquête sur l'agriculture au Québec.*

Asselin, R. (1988). Le colmatage des drains par l'ocre de fer. Un problème qu'il faut prévoir.

*Le Producteur Plus, Vol. 11 No.3.*

Association des Ingénieurs en Agroalimentaire du Québec. (2007).

*L'ingénieur agroalimentaire et l'avenir de l'agriculture québécoise : un acteur indispensable pour relever les défis de demain! Mémoire présenté à la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois. 18 pages.*

Beaulieu, R., Brochu, Y., Duchesne, D., Laberge, D., Lamarre, G., Laroche, R., & Masson, J. (2005).

*Guide de référence technique en drainage souterrain et travaux accessoires. CRAAQ.*

Bolton, E. F., Dirks, V. A., & Hore, F. R. (1980). Corn, soybean and wheat yields on Brookston clay drained by plastic tubing installed by two methods at seven spacing and two depths.

*Canadian Agricultural Engineering, 145-148.*

Bolton, E. F., Dirks, V. A., & McDonnell, M. M. (1982). The effect of drainage, rotation and fertilizer on corn yield, plant height, leaf nutrient composition and physical properties of Brookston clay soil in southwestern Ontario.

*Canadian journal of soil science, 297-309.*

Broughton, R. S., Camedia, S., & Gibson, W. (1976).

*Field tests of some drain tube envelope materials. 70-78.*

Conseil des Production Végétales du Québec. (1976).

*Drainage souterrain - Information générale. Ministère de l'Agriculture du Québec.*

Conseil des Productions Végétales du Québec. (1989).

*Drainage souterrain - Cahier des normes. Ministère de l'Agriculture du Québec.*

Dvorak, P. (1997). Dimensioning of Subsurface drainage Systems.

*3rd National Drainage Symposium, 55-58.*

Fausey, N. R. (1977). Flow to Shallow Drain Tubes in Layered Soils.

*American Society of Agricultural Engineers.*

Hofstrand, D. (2010). Understanding the Economics of Tile Drainage.

*Ag Decision Maker, C2-90.*

Lagacé, R. (2011).

*Drainage, notes de cours. Québec: Université Laval, Faculté des sciences de l'Agriculture et de l'alimentation.*

Madani, A., & Brenton, P. (1995). Effect of drain spacing on subsurface drainage performance in a shallow, slowly permeable soil.

*Canadian agricultural engineering, 9-12.*

Mathew, E. K., & Vos, I. J. (2003). Determination of drainage parameters in the low-lying acid sulphate coastal wetlands of Kerala, India.

*Paper no.011 9th International drainage workshop.*

Mussy, A., & Soutter, M. (s.d.).

*Physique du sol. Collection gérer l'Environnement. Presses polytechniques et universitaires romandes.*

Potvin, R. (2008).

*Aménagement des sorties de drains. www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/.*

Stämpfli, N., Beaulieu, R., Guillou, M., & Breune, I. (2007).

*Diagnostic et solutions de problèmes d'érosion au champ et de drainage de surface. www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/.*

Weil, A. (2009).

*Guide sur les profils de sol agronomique : un outil de diagnostic de l'état des sols. CRAAQ.*

## ANNEXE 1. MÉTHODOLOGIE POUR CALCULER LE RENDEMENT DES CULTURES

Premièrement, trois drains doivent être localisés. Ensuite, pour chaque drain localisé, quatre prises de rendement doivent être réalisés. Il faut prendre le rendement là où les puits d'observation seront positionnés pour le suivi de la nappe c'est-à-dire à 0,3 m, 1,5 m, E/4, E/2 (Figure 19).

La largeur des parcelles récoltées doit être fixe. Généralement, le sens du semis d'un champ est identique au sens du drainage. Alors, la largeur de récolte peut correspondre à celle d'un entre-rang ou d'un multiple de ce chiffre. Pour la longueur, elle peut être comprise entre cinq et dix mètres, ce qui est suffisant. La superficie récoltée doit être connue et permet de convertir les résultats obtenus en kilogramme/hectare.

La moyenne et l'écart type des trois résultats obtenus pour chaque distance du drain sont calculés et peuvent être mis en graphique afin d'illustrer le rendement en fonction de la distance du drain.

La teneur en eau (TEE) des grains ou plantes récoltés doit elle aussi être connue afin de pouvoir ramener la masse récoltée à une TEE commune pour tous les rendements mesurés.

## ANNEXE 2. MÉTHODOLOGIE POUR FAIRE LA VÉRIFICATION DES DRAINS

Pour faire l'examen des drains, il faut creuser afin d'exposer le ou les drains à vérifier. Lorsque le drain est déterré, il doit être coupé sur la partie supérieure et ouvert de façon à permettre de voir à l'intérieur. Un appareil photo avec un flash introduit dans le drain permet d'avoir une bonne image de l'intérieur du drain (Figure 13). Il faut vérifier manuellement l'épaisseur du dépôt de sol au fond.

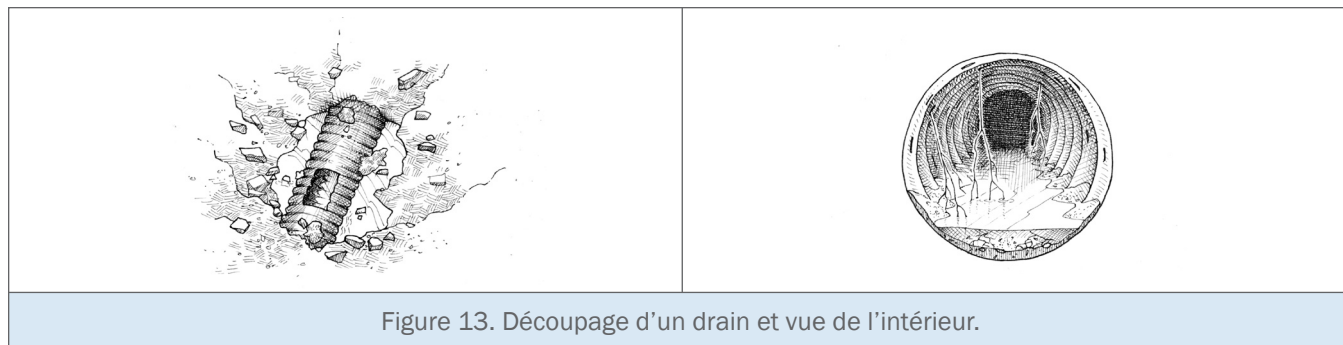


Figure 13. Découpage d'un drain et vue de l'intérieur.

Pour vérifier s'il y a du débit, on peut jeter dans l'eau quelques résidus ou objets légers afin de vérifier s'ils sont emportés par l'eau et dans quel sens.

Un ruban métallique rigide permet de vérifier si le drain est bloqué (Figure 14). Il suffit d'insérer son extrémité dans le drain ouvert et de dérouler le ruban rigide. La présence d'un bouchon de racines ou l'écrasement du drain bloquera l'avancement du ruban.

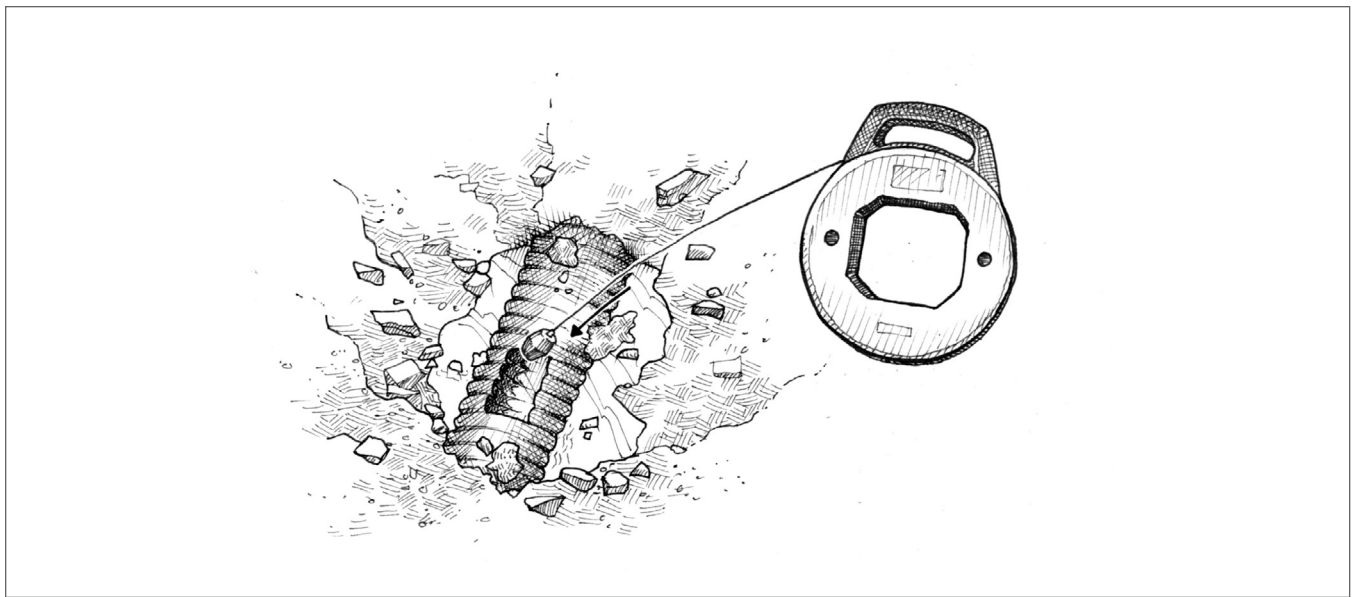


Figure 14. Ruban métallique rigide permettant de vérifier s'il y a des obstructions dans les drains.

Après l'observation, le drain doit être refermé. Pour ce faire, il faut avoir un morceau de drain d'une longueur de 15 à 20 cm et du même diamètre que le drain observé. Ce morceau doit être fendu sur le sens de la longueur puis imbriqué par-dessus le drain existant. Le trou qui a été fait dans le drain doit être recouvert au complet (Figure 15).



Figure 15. Morceau de drain qui s'insère sur le drain existant afin de recouvrir la partie ouverte pour l'examen du drain.

## ANNEXE 3. MÉTHODOLOGIE POUR FAIRE LE SUIVI DE LA NAPPE

Le suivi de la nappe implique de mesurer la hauteur de celle-ci à différentes distances du drain et sur plusieurs jours afin d'observer sa remontée, causée par une pluie ainsi que son rabattement. Pour effectuer ces mesures, des puits d'observation doivent être installés.

Un puits d'observation est un tuyau de PVC de 2 à 4 cm de diamètre, perforé sur toute la longueur pour que l'eau de la nappe puisse y pénétrer sans entrave. Les perforations ont environ 7,5 mm de diamètre et il y a environ 50 trous par tuyau. Une enveloppe de géotextile fin ferme le tuyau à sa base et entoure le tuyau sur toute sa longueur afin d'empêcher le sol de s'infiltrer. La figure 16 présente un puits d'observation. Des piézomètres peuvent aussi être utilisés.

### Nombre de puits d'observation et positionnement

Idéalement, les puits seront installés après la dernière application de fertilisants ou pulvérisation afin d'éviter de nuire aux opérations culturales.

Les puits d'observation doivent être installés dans le champ présentant un problème. Pour avoir une bonne idée de la forme et du rabattement de la nappe sur l'ensemble du profil, il faut installer des puits sur un minimum de trois drains consécutifs (Figure 17).

Le plan de drainage permet de localiser l'emplacement des drains. Pour les situer précisément, une sonde à drains doit être utilisée (Figure 18). Pour les trouver, il faut enfoncer la sonde dans le sol jusqu'à la profondeur supposée des drains et répéter cette opération tous les 7,5 cm en se déplaçant perpendiculairement aux drains. Lorsque la pointe de la sonde heurte un drain, on sent une résistance. La pointe de la sonde perce alors le drain. Également, le passage de la charrue-taupe a pour effet d'ameublir la tranchée où est installé le drain, il est donc en général plus facile de faire pénétrer la sonde dans le sol juste au-dessus d'un drain.

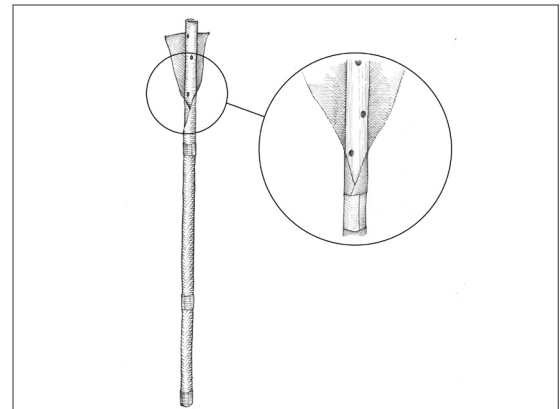


Figure 16. Puits d'observation

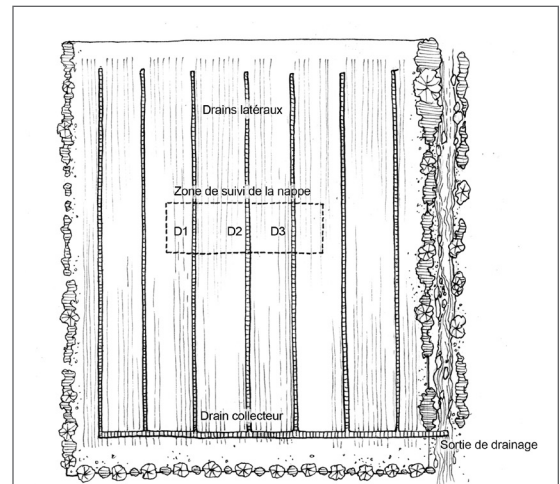


Figure 17. Zone de suivi de la nappe.

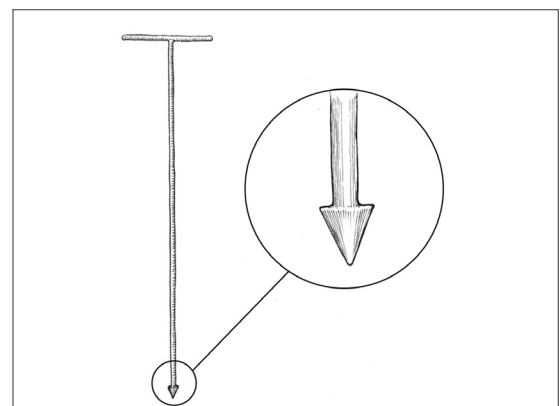
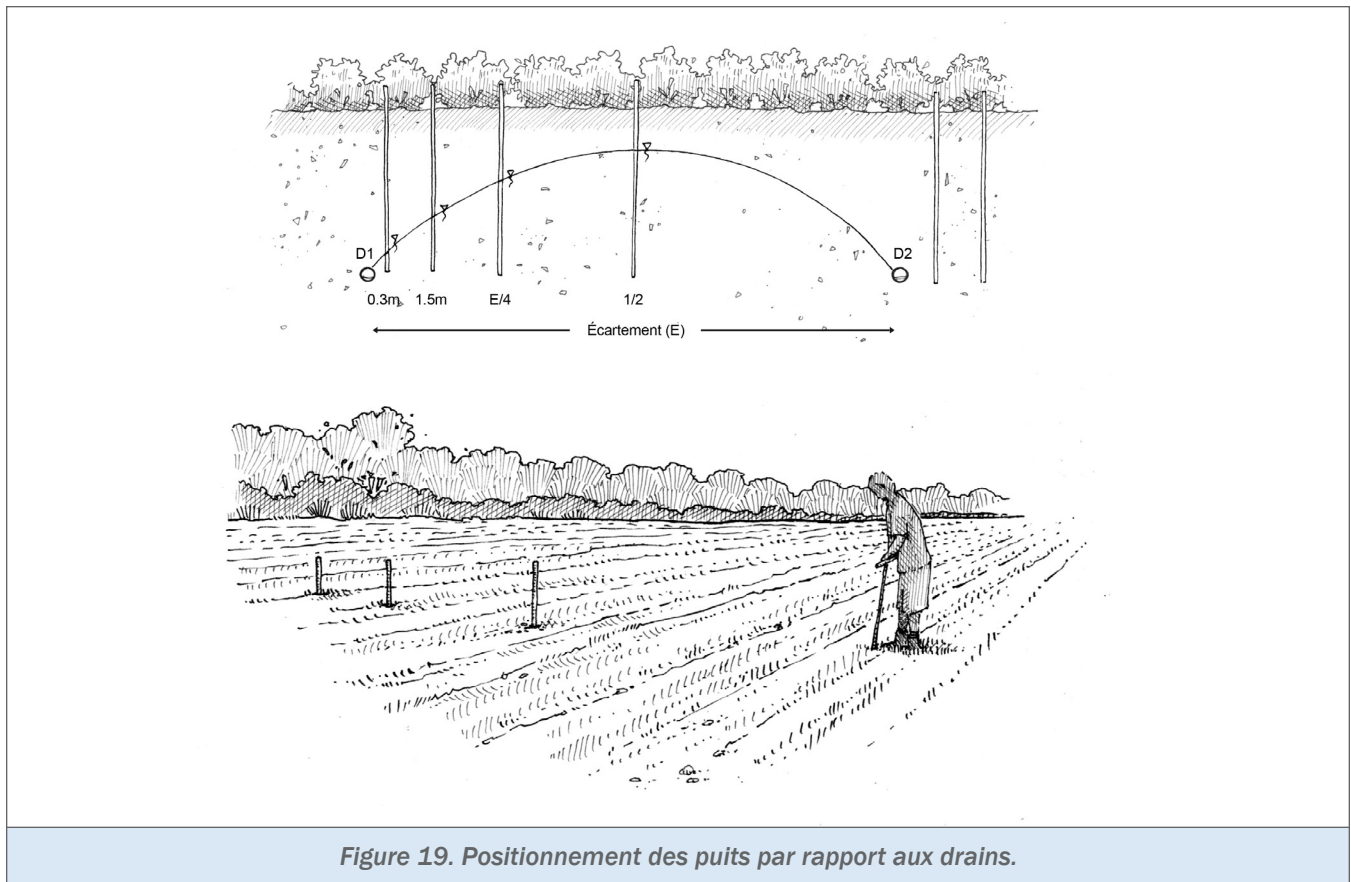


Figure 18. La sonde à drain est constituée d'une tige d'environ 1,45 m de longueur et d'un diamètre de 9,5 mm. Elle est munie d'une pointe fine de 15 mm de diamètre.

Pour chacun des trois drains localisés, les puits sont installés à une distance de 0,3 m, 1,5 m, E/4 et E/2 où E représente l'écartement entre les drains (Figure 19).



**Figure 19. Positionnement des puits par rapport aux drains.**

### Installation des puits d'observation

Les puits d'observation doivent être installés à une profondeur similaire à celle des drains. Seul le puits destiné à mesurer la nappe de surface est installé à une profondeur plus faible, soit à 0,4 m. Les étapes d'installation sont les suivantes :

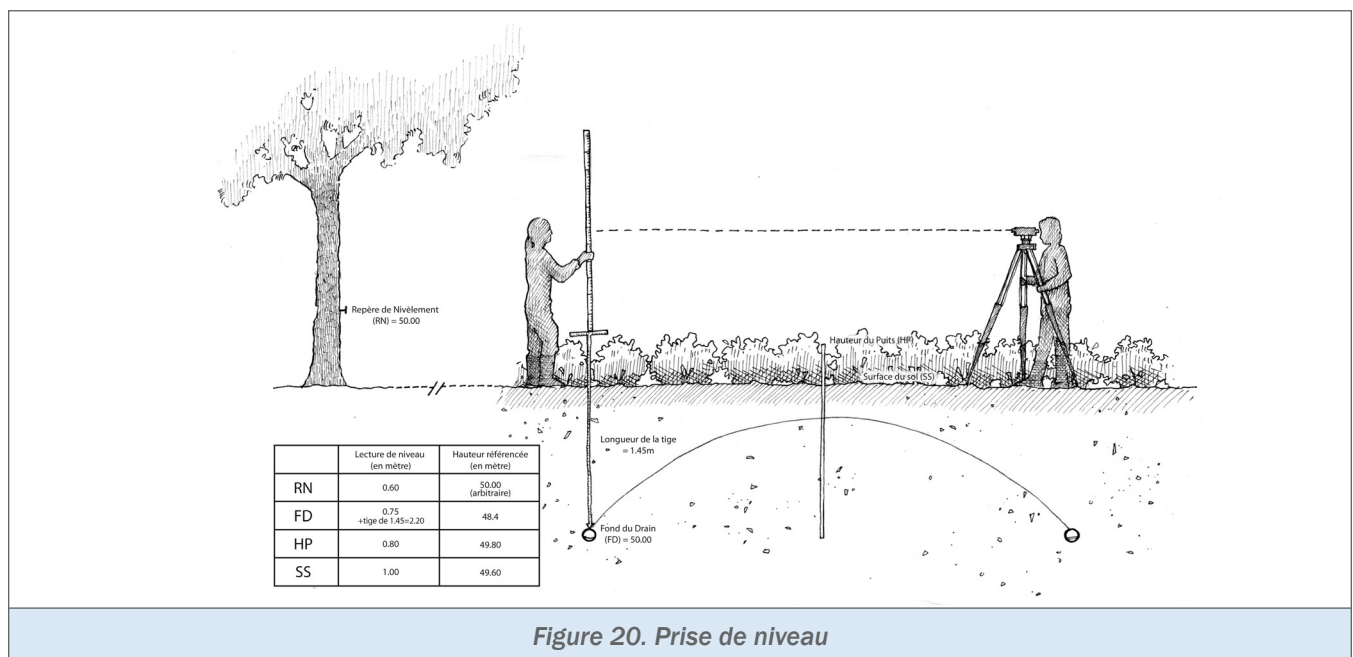
- creuser un trou jusqu'à la profondeur des drains (d) avec une tarière de 5 cm de diamètre;
- insérer le puits d'observation dans le trou;
- remplir tout autour du tuyau avec du sable jusqu'à 40 cm de la surface;
- colmater l'espace autour du tuyau (puits d'infiltration) sur les 40 cm supérieurs du sol avec de la bentonite, afin d'empêcher l'eau de surface ou une nappe perchée de couler le long de la paroi du trou et de s'infiltrer dans le tuyau. La bentonite est une argile reconnue pour ses propriétés d'étanchéité. Environ 500 grammes de bentonite sont nécessaires pour colmater un puits. Le puits d'observation peu profond doit seulement être colmaté sur les dix cm du haut.

Quand les puits sont installés, il faut mesurer la distance entre les éléments. Pour ce faire, il faut dérouler un ruban à mesurer en plaçant le début directement au-dessus du 1er drain. La position des trois drains et des 12 longs puits est notée. Une feuille de prise de données est présentée à l'annexe 4.

## Nivelage des éléments de la parcelle instrumentée

La hauteur de chaque puits d'observation, la surface du sol à côté de chaque puits et du fond des trois drains instrumentés doivent être mesurés à l'aide d'un niveau d'arpentage. Ces hauteurs (lecture du niveau) doivent ensuite être ramenées par rapport à une hauteur de référence. Cette étape permet de positionner la hauteur de la nappe par rapport à la surface du sol et à la profondeur des drains. La figure 20 montre une des nombreuses façons de positionner les éléments entres eux.

Le repère de nivellement (RN) sur cette parcelle est un clou planté dans un arbre en bordure du champ. Arbitrairement, il est décidé que la hauteur référencée de RN sera 50,00 m. La lecture du niveau pour RN est de 0,6 m. La lecture du niveau pour le haut du puits (HP) est de 0,8 m. La position de HP est de 0,20 m plus basse que RN (50,00 m), la hauteur référencée pour HP est donc 49,80 m. La lecture du niveau pour la surface du sol (SS) à côté du puits est de 1,00 m. La position de SS est de 0,40 m plus basse que RN (50,00 m), la hauteur référencée pour SS est donc 49,60 m. Puisqu'il serait laborieux de mettre la règle sur les drains pour prendre les lectures du niveau, la sonde à drain est utilisée et agit comme rallonge à la règle. Il est important de noter la longueur exacte de la sonde (1,45 m dans notre exemple). La pointe de la sonde est placée au fond du drain et la règle au-dessus du manche. La lecture du niveau pour le fond du drain (FD) est de 0,75 m à laquelle on additionne la longueur de la sonde, 1,45 m, ce qui correspond à une lecture de niveau de 2,2 m. La position de FD est de 1,6 m plus basse que RN (50,00 m), la hauteur référencée pour FD est donc de 48,40 m. L'utilisation du niveau d'arpentage est une des nombreuses façons de référencer les éléments du plan entres eux.



## Mesure de la hauteur d'eau

La hauteur d'eau est mesurée à l'aide d'une sonde électrique ou d'un tuyau gradué (Figures 21 et 22). Ces deux appareils permettent de connaître la profondeur d'eau dans le puits, par rapport au haut de celui-ci. La sonde électrique graduée émet un signal dès que le bout de la tige touche l'eau. Le tuyau gradué a un intérieur vide et est prolongé par un tuyau de plastique flexible (il peut être relié à un embout de plastique). L'utilisateur insère le tuyau dans le puits d'observation en soufflant dedans. Le bruit des bulles indique que l'extrémité du tuyau gradué a atteint l'eau. Peu importe l'outil utilisé, il

est important de noter, à l'aide de la graduation sur la tige, la distance entre le haut du puits (HP) et la nappe d'eau (NE) à l'intérieur du puits. La distance mesurée est soustraite à la position référencée de HP ce qui permet de comparer les éléments entre eux et de mettre les résultats en graphiques.

Par exemple, si l'utilisateur mesure à 0,60 m la distance entre la position de HP et de NE sur la figure 20, il est possible de référencer la position de NE en soustrayant 0,60 à 49,80 m. NE est donc à 49,2 m.

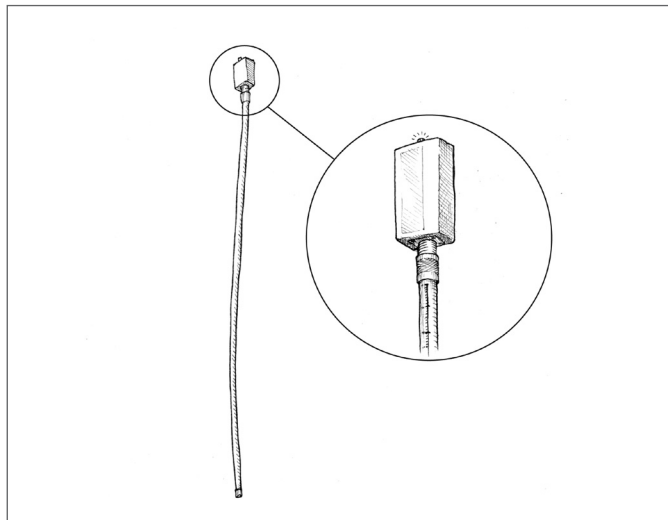


Figure 21. Tige graduée avec la sonde au bout.

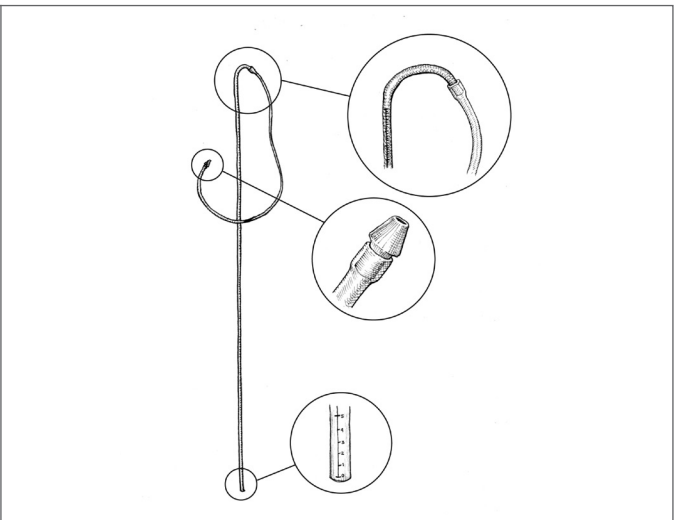


Figure 22. Tuyau prolongé d'un embout en plastique.

### Horaire des prises de mesures

Les lectures de hauteur de nappe doivent être prises dans tous les puits à intervalles réguliers après la remontée de la nappe. Trois à cinq mesures doivent être prises après la fin de la pluie à 24 h d'intervalle. Il faut une pluie d'au moins 30 mm, parfois beaucoup plus après une période de sécheresse, pour observer une remontée de nappe. Ainsi, il faut initier la prise de données après une pluie importante et prendre des lectures de façon continue pendant trois à cinq jours. Advenant qu'il pleuve pendant la prise de donnée, la série de prise de mesure est arrêtée puis recommencée du début. L'heure de la fin de la pluie, la quantité de pluie tombée et les heures de prise de données doivent être notées. Afin d'avoir une bonne idée de la situation, il faut prendre des lectures de nappe trois fois dans la saison, soit après trois pluies importantes. Une feuille de prise de données est présentée à l'annexe 5.

## ANNEXE 4. FEUILLE DE PRISE DE DONNÉES POUR L'INSTALLATION DE LA PARCELLE

Tableau 5. Prises de données pour les lectures de niveau et les mesures des distances.

	Hauteur (m)			Distance (m)
	SS (surface du sol)	HP (hauteur du puits)	FD (Fond du drain)	
Drain 1				0
P1 (0,3m)				
P2 (1,5m)				
P3 (E/4)				
P4 (E/2)				
P5 (court) (E/2)				
Drain 2				
P1 (0,3m)				
P2 (1,5m)				
P3 (E/4)				
P4 (E/2)				
P5 (court) (E/2)				
Drain 3				
P1 (0,3m)				
P2 (1,5m)				
P3 (E/4)				
P4 (E/2)				
P5 (court) (E/2)				

## ANNEXE 5. FEUILLE DE PRISE DE DONNÉES POUR FAIRE LE SUIVI DE LA NAPPE

*Tableau 6. Prises de données pour la pluviométrie précédant le suivi de la nappe.*

Date et heure de la fin de la pluie	Quantité (mm)

*Tableau 7. Prises de données pour le suivi de la nappe.*

	Date et heure de la prise de mesure				
	Distance entre le haut du puits et la nappe d'eau (m)				
Drain 1					
P1 (0,3m)					
P2 (1,5m)					
P3 (E/4)					
P4 (E/2)					
P5 (court) (E/2)					
Drain 2					
P1 (0,3m)					
P2 (1,5m)					
P3 (E/4)					
P4 (E/2)					
P5 (court) (E/2)					
Drain 3					
P1 (0,3m)					
P2 (1,5m)					
P3 (E/4)					
P4 (E/2)					
P5 (court) (E/2)					

## ANNEXE 6. EXEMPLE DE PRISE DE DONNÉES ET ÉTABLISSEMENT DU DIAGNOSTIC.

La prise de données et les calculs nécessaires à l'établissement du diagnostic sont présentés ci-dessous. Une étude de cas est utilisée pour illustrer cette étape.

### Cas no.1

Problème de mauvais rendement sur l'ensemble du champ et il n'y a pas, ou presque pas, de variation de rendement reliée à l'emplacement des drains.

#### Données de bases et inspection au champ

L'information recueillie est présentée dans les tableaux 8 et 9.

<i>Tableau 8. Documents et informations utiles.</i>	
<b>Documents utiles</b>	
Plan de drainage	Écartement moyen entre les drains : 14,25 m Longueur de drain du système (L) : 2 843 m Profondeur moyenne des drains : 1,33 m
Cartes pédologiques	Il n'y a pas de carte pédologique récente. Selon l'étude des sols des comtés de Soulanges et de Vaudreuil (1951), la série de sol serait une terre franche sableuse reposant sur une argile Champlain. Ces sols sont mal drainés et peu perméables en profondeur.
<b>Information utile</b>	
Système de drainage	Les dates et conditions d'installation du système de drainage ne sont pas connues. Le tuyau installé est standard de 10 cm de diamètre; il n'y pas d'enveloppe géotextile. La sortie de drain a été remplacée récemment.
Rendement, observation de la culture et méthodes culturales	Les rendements sont moins bons dans la partie de champ étudiée; le sol est souvent trop humide au printemps. Il n'y a pas de différence évidente de rendements reliés à l'emplacement des drains. Du fumier de poulet est épandu un an sur quatre avec un petit épandeur et le travail du sol est réduit (aucun labour ni travail profond).

<i>Tableau 9. Inspection préliminaire du champ.</i>	
Évaluation du drainage de surface	Le champ est plat et il n'y a pas de baissière visible. L'observation des cartes de rendement et du modèle numérique de terrain permet de constater qu'un nivellement de précision est justifié.
Inspection des sorties de drains et du débit lorsque la nappe est haute	La sortie est en bon état; elle a été changée récemment. Elle n'est jamais submergée. Le débit semble adéquat lorsque la nappe est haute.

## Le diagnostic en quatre étapes

### 1) Observation du débit à la sortie du drain

Le débit de l'eau à la sortie du drain est relativement élevé en présence d'une nappe élevée.

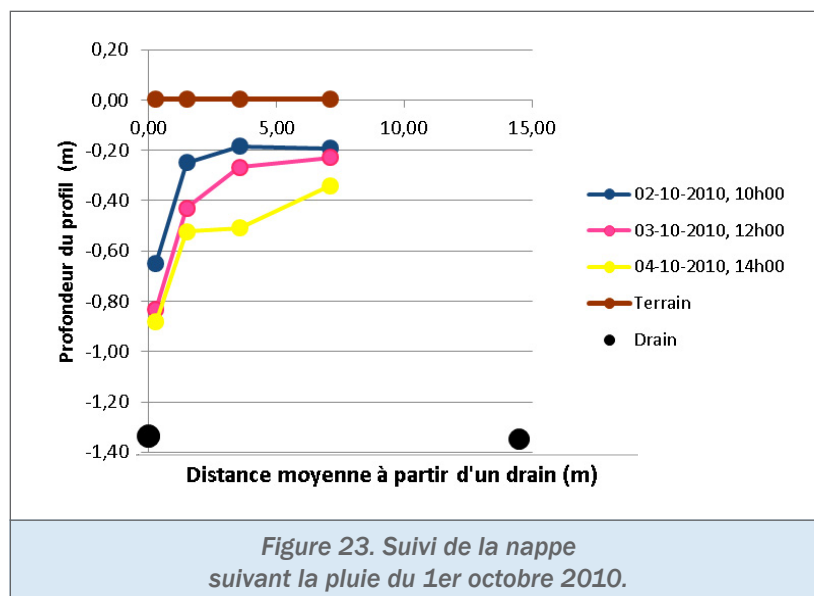
Il est donc recommandé de poursuivre les prochaines étapes du diagnostic.

### 2) Suivi de la nappe

Quatre séries de mesure ont été prises dans cette parcelle selon les précipitations importantes identifiées (voir tableau 10).

<i>Tableau 10. Précipitation mesurées sur le site no.1</i>	
Date	Précipitations mesurées sur le site (mm)
16 juin 2010	45
24 juin 2010	25
1er oct 2010	79
7 oct 2010	22

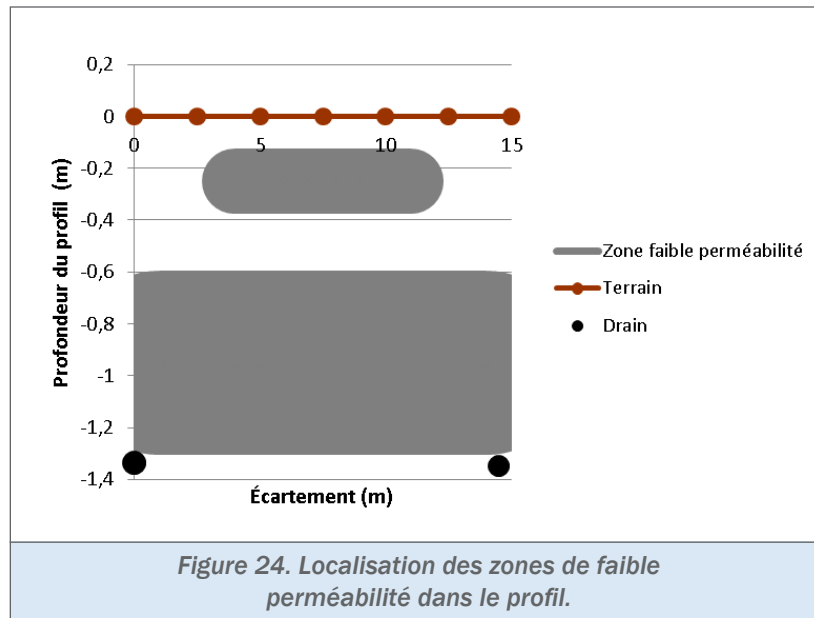
Un graphique par série de données est réalisé. Les résultats moyens des trois puits peuvent être présentés par une seule courbe s'ils sont semblables. Pour ce faire, il faut faire la moyenne de l'écart entre la hauteur de la nappe et du drain pour chacun des puits à une même date. La figure 23 présente les résultats moyens de la prise de données suivant la pluie du 1er octobre 2010.



Les résultats du suivi de la nappe montre que le rabattement de la nappe est lent et que le sol reste longtemps humide après la pluie. Les informations obtenues lors de la deuxième étape du diagnostic indique que le drainage est déficient, il faut poursuivre les observations afin d'obtenir de plus amples informations. L'observation du profil de sol est recommandée.

### 3) Observation du profil de sol

La réalisation d'un profil de sol a permis d'identifier que le sol est un loam sableux qui semble perméable jusqu'à 60 cm. En dessous de 60 cm, c'est un loam argileux peu perméable. Également, une zone de compaction est présente à une profondeur de 15 à 35 cm, seulement dans les sections situées entre les drains (Figure 24)



Le profil de sol démontre que celui-ci est naturellement peu perméable en profondeur et que la surface a été compactée par des travaux réalisés quand le sol est trop humide.

À cette étape du diagnostic, on peut donc conclure que le drainage est trop lent à cause du manque de perméabilité du sol. Il est recommandé de poursuivre le diagnostic, l'évaluation du système de drainage doit être effectuée.

### 4) Vérification du système de drainage

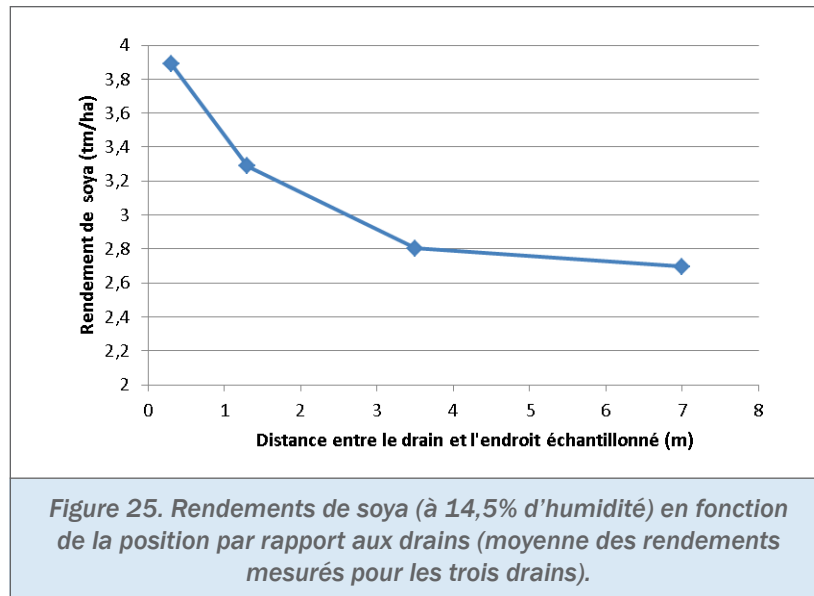
L'observation de deux drains a permis de valider que tout fonctionne normalement. Les puits ne sont pas bloqués, les drains ne sont pas remplis de sédiments, l'écoulement de l'eau se fait dans le bon sens et il n'y a pas de bouchons ni en amont et ni en aval de l'endroit où sont situés les puits d'observations.

### Conclusion

Le sol reste humide trop longtemps après la pluie, principalement entre les drains. L'efficacité du système de drainage semble réduite sous 60 cm à cause du type de sol. La décompaction de l'horizon de surface serait souhaitable et doubler les drains serait à envisager afin d'éviter la recompaction.

## Cas no.2

Problème de mauvais rendement et d'humidité du sol, pour l'ensemble du champ et le rendement est meilleur sur les drains. Il a été mesuré et est présenté à la figure 25.



### Documents et informations utiles et inspection préliminaire du champ

L'information recueillie est donnée dans les tableaux 11 et 12.

<b>Tableau 11. Documents et informations utiles</b>	
<b>Documents utiles</b>	
Plan de drainage	Écartement moyen entre les drains : 13,20 m Longueur de drain du système (L) : 3 823 m Profondeur moyenne des drains : 1,38 m
Cartes pédologiques	Selon l'étude pédologique, la série de sol est un loam sablo-argileux Saint-Blaise. Il s'agit d'un sol formé à partir d'un dépôt fluvial sur till dont le drainage est mauvais à très mauvais.
<b>Information utile</b>	
Système de drainage	Dates et conditions de drainage : Le réseau de drainage a été installé dans les années 1970. Les conditions lors de l'installation ne sont pas connues. Le tuyau est standard, il n'y pas d'enveloppe géotextile. La sortie de drain est en bon état mais submergée lors de pluies importantes.
Rendement et méthodes culturales	Les rendements semblent meilleurs sur les drains. La rotation des cultures est maïs-grain et soya. Aucun fumier ou lisier n'est épandu. Le champ est en semis direct depuis une dizaine d'années.
<b>Tableau 12. Inspection préliminaire du champ</b>	
Évaluation du drainage de surface	Le champ est plat et il n'y a pas de baissière visible. Le champ a une pente de 0,2 % sur sa longueur.
Inspection des sorties de drains	La sortie de drain est en bon état mais submergée lors de pluies importantes.

## Le diagnostic en quatre étapes

### 1) Observation du débit à la sortie du drain

Le débit à la sortie du drain est relativement élevé en présence d'une nappe élevée. Il est donc recommandé de continuer les étapes du diagnostic.

### 2) Suivi de la nappe

La figure 26 présente les résultats du suivi de la nappe sur ce site.

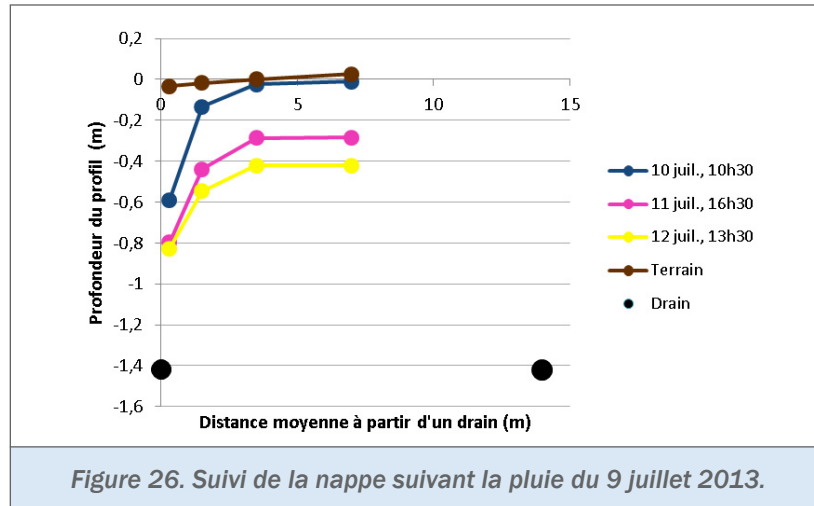


Figure 26. Suivi de la nappe suivant la pluie du 9 juillet 2013.

Les résultats démontrent que le système fonctionne, mais son effet est visible seulement à proximité des drains. La nappe a la forme d'un plateau. Il faut donc poursuivre les étapes du diagnostic.

### 3) Réalisation d'un profil de sol

Le profil de sol permet d'identifier que la texture du sol varie de loam à loam argileux. Il y a présence d'une couche massive à une profondeur de 25 à 55 cm, sans macroporosité et celle-ci semble peu perméable. La surface du sol est sans structure et une nappe perchée a été identifiée à une profondeur de 25 cm entre les drains. Sous les 55 cm, la structure s'améliore un peu sans toutefois sembler beaucoup plus perméable.

Sur le drain, le sol est bien structuré sur toute la profondeur du profil de sol (Figure 27).

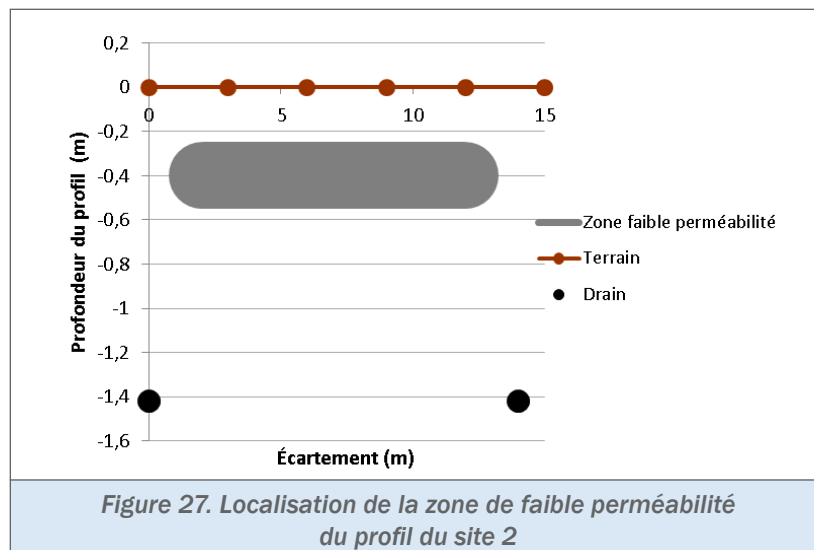


Figure 27. Localisation de la zone de faible perméabilité du profil du site 2

À cette étape, on peut conclure que le sol est un till naturellement peu perméable. Le drainage est lent et l'eau rejoint les drains grâce à la perméabilité créée lors de la pose du drain dans la tranchée de drainage. La lenteur du ressuyage de l'eau entre les drains fait en sorte que les travaux au champ créent de la compaction en surface. La poursuite des observations est suggérée afin de valider si les drains sont ou non en cause.

#### 4) Vérification du système de drainage

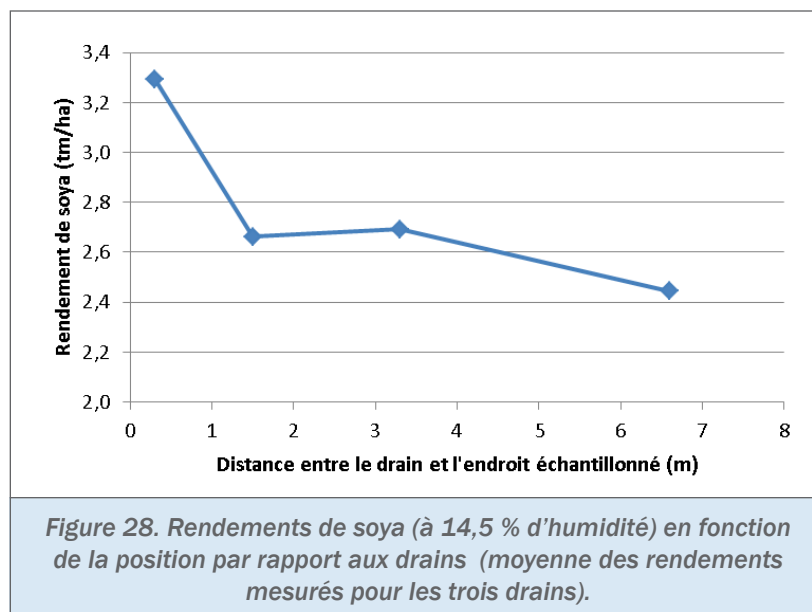
L'examen des drains a permis de confirmer qu'ils étaient en bon état et que le passage de l'eau n'est pas limité.

#### Conclusion

Le système de drainage fonctionne lentement puisque le sol est naturellement massif et peu perméable. Comme le sol s'assèche lentement, une compaction de surface se crée à cause du passage de la machinerie, principalement entre les drains. Lors de l'installation des drains, la charrue-taube a décompacté la tranchée. Cette décompaction facilite l'écoulement de l'eau et donc le sol s'assèche plus rapidement vis-à-vis des drains. Puisque ce sol est peu perméable, le drainage de surface doit être parfait. La décompaction du sol par le passage d'une sous-soleuse améliorera l'infiltration de l'eau dans le profil. Il est possible de croire également que le doublage des drains pourrait aider à ressuyer le sol plus rapidement sans toutefois régler complètement le problème.

#### Cas no.3

Problème de mauvais rendement et d'humidité du sol qui concerne l'ensemble du champ. Le rendement est meilleur sur les drains. Il a été mesuré et est présenté à la figure 28.



## Documents et informations utiles et inspection préliminaire du champ

L'information recueillie est donnée dans les tableaux 13 et 14.

<b>Tableau 13. Documents et informations utiles</b>	
<b>Documents utiles</b>	
Plan de drainage	Écartement moyen entre les drains : 12,80 m Longueur de drain du système (L) : 4 095 m Profondeur moyenne des drains : 1,34 m
Cartes pédologiques	Selon l'étude pédologique, la série de sol est une argile Sainte-Rosalie. Il s'agit d'un sol formé à partir d'un dépôt marin dont la perméabilité est rapide et le drainage mauvais.
<b>Information utile</b>	
Système de drainage	Dates et conditions de drainage : Le réseau de drainage a été installé dans les années 1970. Les conditions de drainage ne sont pas connues. Le tuyau est standard, il n'y a pas d'enveloppe géotextile. La sortie de drain est en bon état mais submergée lors de pluies importantes.
Rendement et méthodes culturales	Le rendement semble meilleur sur les drains. La rotation des cultures est maïs-grain et soya. Aucun fumier ou lisier n'est épandu. Le sol est labouré à l'automne.
<b>Tableau 14. Inspection préliminaire du champ</b>	
Évaluation du drainage de surface	Le champ est plat et il n'y a pas de baissière visible. La pente est de 0,1 %.
Inspection des sorties de drains	La sortie de drain est en bon état mais submergée lors de pluies importantes.

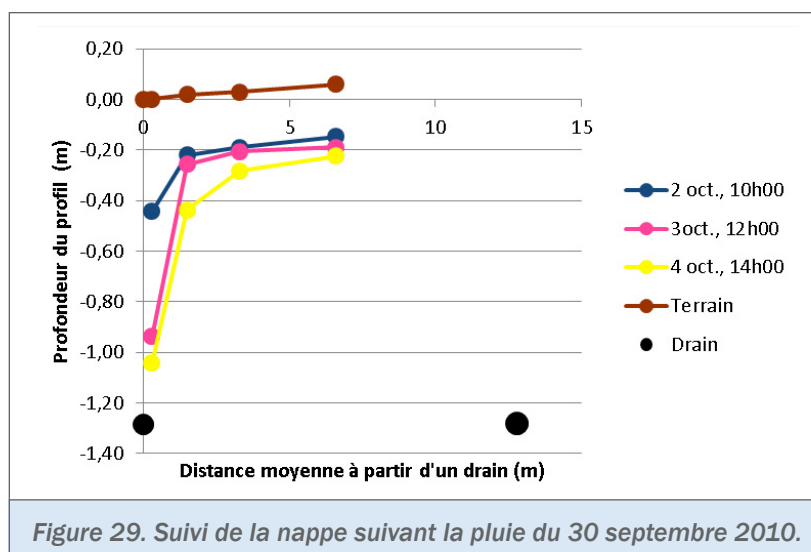
### Le diagnostic en quatre étapes

1) L'observation du débit à la sortie du drain

Le débit à la sortie du drain semble bon lorsque la nappe est haute.

2) Suivi de la nappe

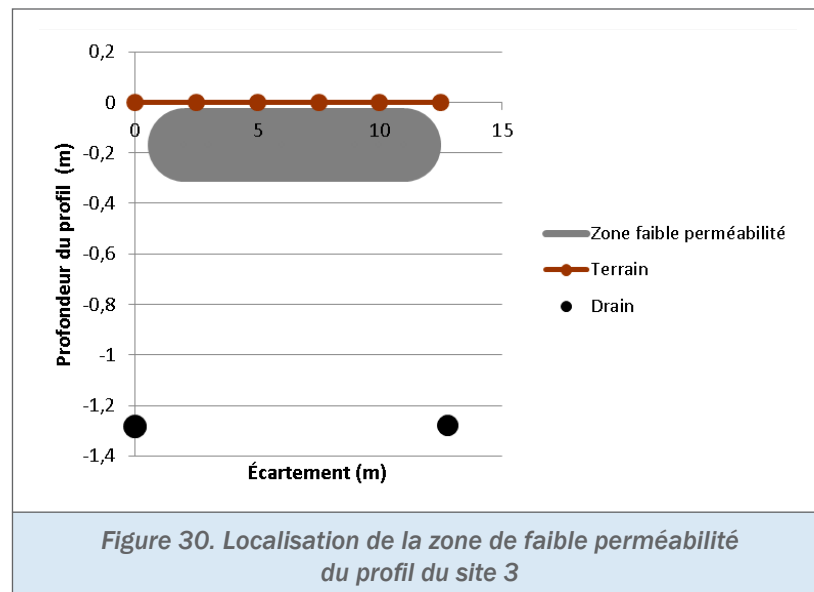
La figure 29 présente les résultats du suivi de la nappe sur ce site.



Les résultats démontrent que les drains fonctionnent mais que la nappe reste haute et à la même position quelques jours après la pluie. La poursuite des observations est importante afin de vérifier l'état du système de drainage.

### 3) Profil de sol

Le profil de sol permet d'identifier que le sol est argileux et ce sur toute la profondeur évaluée. Le sol, de 0 à 30 cm, est très compacté, massif et peu perméable. Une nappe perchée est visible à 20 cm. Sous les 30 cm, le sol est très bien structuré et perméable jusqu'au drain. Le sol de surface au-dessus des drains est assez bien structuré (Figure 30).



La compaction de surface est causée par les passages de machinerie quand le sol est trop humide. La structure du sol directement au-dessus des drains est en meilleur état puisque la nappe baisse plus rapidement.

### 4) Vérification du système de drainage

L'observation des drains démontre la présence d'un dépôt de sédiment d'environ 2,0 cm d'épaisseur au fond des latéraux. Ceci ne devrait pas nuire à l'efficacité des drains.

### Conclusion

Le sol argileux prend beaucoup de temps à s'assécher après la pluie et se compacte sous le poids de la machinerie. La zone compactée empêche l'eau de se rendre aux drains ce qui limite l'efficacité du réseau de drainage. La décompaction du sol de surface est nécessaire pour améliorer le mouvement de l'eau dans le sol. Le doublage des drains est envisageable afin d'éviter de recompacter le sol.

### Auteurs:

Myriam Gagnon, agronome

Anne Weill, agronome, Ph. D. Cetab+

Éric Thibault, agronome conseil Pleine Terre

Valérie Bouthillier Grenier, agronome conseil Dura-Club

Avec la collaboration de Robert Beaulieu, ingénieur

### Illustration :

Marie Bilodeau J.

### Graphisme et mise en page :

Véronique Bolduc, Bolduc creation

### Réviseurs:

Georges Lamarre, ingénieur MAPAQ Montérégie-Ouest

Marjolaine Gagné, conseillère en communication MAPAQ Montérégie-Ouest

Gerardo Gollo Gil, agronome MAPAQ Montérégie-Ouest

Bruno Garon, ingénieur MAPAQ Montérégie-Est

### Remerciements :

Robert Lagacé, ingénieur, agronome, Université Laval

André et François Gagnon, Sainte-Sabine

Thomas, Loïc et Côme Dewavrin des fermes Longprés Ltée à Les Cèdres

Pierre, Michel, Yvan et Jacques Alix, Saint-Luc

Paul-Émile Toupin, Saint-Luc

Richard Lamoureux, Napierville

Michel Lévesque et sa famille, Ange-Gardien

Estelle, Alain et Nicolas Malo, Ange-Gardien

Claude Rainville, Sainte-Sabine

Chantale Daudelin et Rémi Méhaignerie, Saint-Alexandre

Alexandre Loiselle, Sainte-Brigide

Les frères Dubuc, Saint-Rémi

Marylise, Bertrand et Laurent Rochat, Saint-Césaire

Denis Benjamin et sa famille, Farnham



**PLEINE TERRE**  
AGRONOMIE • ENVIRONNEMENT

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

*Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, la part destinée au secteur de la production agricole est gérée par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.*



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada