



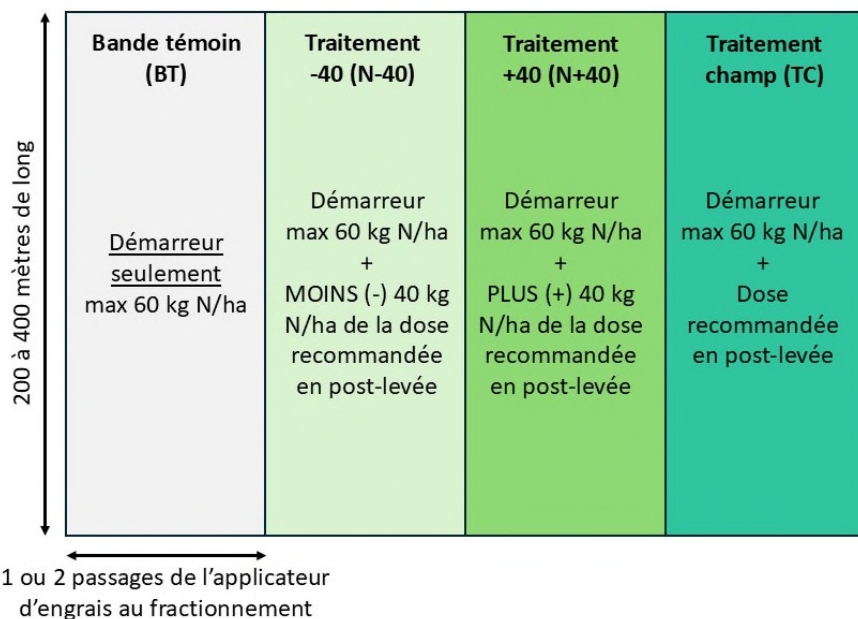
# PROTOCOLE 2026 : SENTINELLE<sup>+</sup> GRANDES CULTURES

## IMPLANTATION DE L'ESSAI

Consulter les [conditions de participation](#) avant l'implantation du site.

### Le site d'essai doit respecter les exigences suivantes :

- Facilement accessible;
- Sans problème de drainage ou de compaction connu ou apparent;
- Aucun glissement de terrain, remblai ou déblai, etc.;
- Pratiquer une rotation des cultures et une gestion adéquate des ennemis des cultures.



### Dans un champ où la culture principale sera du maïs-grain, implanter :

- Une bande témoin (BT);
- Trois bandes de traitement (N-40, N+40 et TC);
- Si des amendements organiques sont appliqués sur le champ, ajouter les lettres **or** après le nom de chaque traitement (ex. : BTor pour une bande témoin avec engrais organique);

- Largeur minimale de chaque bande: un ou deux passages de l'applicateur d'engrais. Calculer afin que chaque bande ait assez de rangs de maïs pour que la batteuse puisse faire un passage de récolte et qu'il reste au moins deux rangs non récoltés de chaque côté de la parcelle;
- Longueur des bandes 200 à 400 m;
- Mise en garde : si le champ comporte des buttes, baissières ou irrégularités, s'assurer d'avoir des bandes de plus de 200 m de long pour permettre la prise d'échantillons dans des zones représentatives.

**Tableau 1. Traitements en fonction du type de fertilisant (minéral ou organique)**

Traitement	Fertilisation minérale	Fertilisation minérale et organique	Description
Bande témoin	BT	BTor	Démarrateur seulement – max 60 kg N/ha
Traitement-40	N-40	Nor-40	Démarrateur <sup>1</sup> + apport en post-levée de <u>MOINS</u> 40 kg N/ha de la dose recommandée
Traitement+40	N+40	Nor+40	Démarrateur + apport en post-levée de <u>PLUS</u> 40 kg N/ha de la dose recommandée
Traitement champ	TC	TCor	Démarrateur + apport en post-levée de la dose recommandée

<sup>1</sup> Pour tous les traitements, l'apport du démarrage doit être de 60 kg N/ha au maximum.

Au cours de la saison, les mesures suivantes devront être prises. **Attention, nouveautés 2026** : modification du nombre d'échantillons de sol en fonction des dates, changement du stade en D3 et récolte de tiges de maïs en D3.

**Important** : Pour être admissible au financement de l'essai par le programme Agrisolutions climat, il est obligatoire d'effectuer toutes les prises de données inscrites au protocole et résumées au **tableau 2**.

**Tableau 2. Résumé des mesures à prendre**

Stade <sup>1</sup>	Moment	Mesure à prendre	Zone échantillonnée	Nombre d'échantillons par site
Pré-semis (D1)	<b>Avant</b> l'application d'engrais (organiques ou minéraux)	Sol (0-30 cm)	Site	<b>1</b>
Stade quatre à six feuilles (D2)	<b>Avant</b> l'application d'engrais en post-levée	Sol (0-30 cm)	Site	<b>1</b>
<b>Stade point noir (D3)</b>	À l'apparition du point noir sur les grains de maïs	Sol (0-30 cm)	Bandes	<b>4</b>
		<b>Tiges</b>	Bandes	<b>4</b>
Récolte	<b>Avant</b> la récolte par le producteur	Épis (rendements)	Bandes	4

<sup>1</sup> Seules les feuilles avec le collet visible permettent de déterminer le stade du maïs (plus de détails sur cette [fiche](#)).

## ÉCHANTILLONNAGES DE SOL

Au courant de la saison, six échantillons composites doivent être prélevés et envoyés pour analyses au laboratoire d'AGRIQUANTA (Tableau 2). Il est important de suivre la méthodologie avec rigueur pour que les résultats soient fiables.

- D1 : Un échantillon composite pour l'ensemble du site en début de saison avant toute application d'engrais ou d'amendement organique pour caractériser le sol.
- D2 : Un échantillon composite pour l'ensemble du site au stade de quatre à six feuilles avant l'application des engrais en post-levée (donc toutes les bandes ont reçu les mêmes engrais de départ) pour suivre l'évolution des nitrates.
- D3 : Quatre échantillons composites (un par bande) dès l'atteinte du stade « point noir » (ne pas attendre la récolte du champ) pour suivre l'évolution des nitrates.

### 1. Matériel à prévoir pour chaque échantillonnage

Important : tout le matériel utilisé doit être nettoyé entre les échantillonnages et exempt de terre ou autres sources de contamination.

Liste de matériel	Nombre	✓
Tarière ou sonde pouvant prélever le sol sur une profondeur de 30 cm	1	
Couteau	1	
Thermomètre sol (5 cm), D1 seulement	1	
Chaudière de plastique ou acier inoxydable	1	
Sacs en plastique	1 ou 4	
Étiquettes pour l'identification des échantillons	1 ou 4	
Sac pour l'envoi d'échantillons au laboratoire	1 ou 4	
Glacière	1	
Blocs réfrigérants ( <i>Ice-Packs</i> )	2	

### 2. Identification des sacs pour les échantillons au champ

Avant d'aller au champ, préparer les sacs de plastique pour mettre les échantillons de sol avec ces informations :

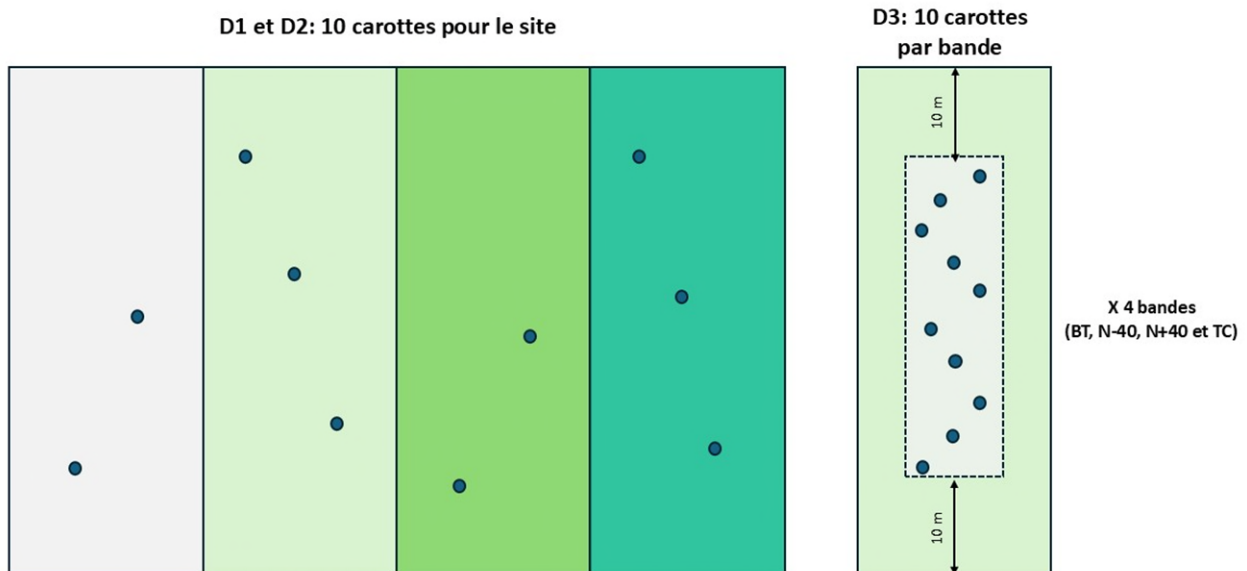
- Projet (Sentinelle+ Maïs);
- Nom de la ferme et de la municipalité;
- Nom de l'échantillonneur (ou conseiller responsable);
- Date de prélèvement;
- Traitement appliqué (voir **Tableau 1**);
- Température du sol (D1 seulement).

### 3. Procédure d'échantillonnage de sol

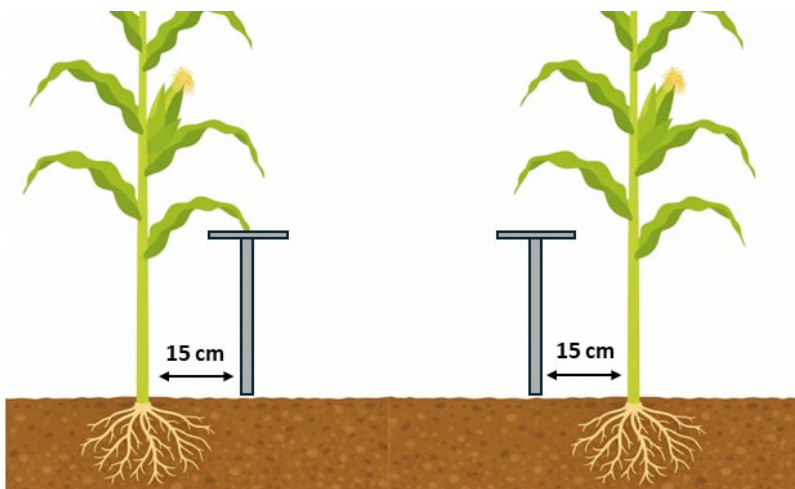
Dans la zone à échantillonner, prélever 10 carottes de sol pour faire un échantillon composite (**Figure 1**).

**Attention** : après une pluie de 20-30 mm ou plus, attendre au moins deux ou trois jours pour que le sol se ressuie avant de prélever les échantillons. Les précipitations élevées favorisent le lessivage et un sol détrempe intensifie la dénitrification. Il est donc recommandé d'attendre que le processus de nitrification ait le temps de recharger le sol en nitrates afin d'obtenir des résultats représentatifs de ce qui est disponible aux plantes.

- Parcourir la zone en faisant un zigzag et en gardant un espace de 30 à 40 m entre chaque prélèvement;
- Prélever à la profondeur de 0-30cm;
- L'endroit où prélever les carottes sur les rangs de maïs est le suivant
  - D1 : En présemis, pas de directive puisqu'il n'y a pas encore de maïs;
  - D2 et D3 : Dans la zone de prélèvement du maïs, soit à 15 cm du plant, la moitié (5) des carottes d'un côté du rang et l'autre moitié (5) du côté opposé du rang (**Figure 2**);
- Éviter les 10 premiers mètres et les deux premiers et derniers rangs de chaque bande. Ces derniers servent de zones tampons et ne devraient faire l'objet d'aucune mesure;
- Éviter les buttes, les baissières ou les zones irrégulières. La zone échantillonnée doit être représentative de la parcelle;
- Défaire les mottes de sol et bien mélanger les 10 carottes dans une chaudière.
- Conserver 1 kg, ou l'ensemble, de ce mélange en le mettant dans le sac de plastique préidentifié.
- Fermer le sac hermétiquement et le placer au frais, dans une glacière, pour éviter la production de nitrates en attendant le retour au bureau.



**Figure 1. Patron d'échantillonnage selon le stade**



**Figure 2. Prélèvement des carottes de part et d'autre des rangs, à 15 cm du plant vers l'entre-rang**

#### 4. Conservation, préparation et transport des échantillons de sol

- Garder les échantillons composites de 1 kg dans leur sac de plastique au réfrigérateur (4°C) jusqu'au moment de l'expédition.
- Identifier les sacs AGRIQUANTA pour l'envoi d'échantillons au laboratoire à l'aide des étiquettes fournies pour le projet. S'assurer de coller la bonne étiquette avec le numéro d'identifiant unique sur le sac. Au besoin, référez-vous au document Excel - Données\_SM\_2026 (onglet ID\_Suivi échantillons) qui vous a été envoyé par courriel.
- Remplir le fichier Excel, en inscrivant dans les colonnes appropriées le nom de l'échantillonneur responsable, la date de l'échantillonnage, la date d'envoi au labo et le numéro de confirmation d'envoi Dicom. La température du sol est inscrite seulement lors du premier échantillonnage (D1).
- Utiliser les échantillons composites de 1 kg dans les sacs de plastique pour remplir chaque sac AGRIQUANTA prévu pour l'analyse au labo jusqu'à la ligne MAXIMUM, environ 500 g;
- Emballer les échantillons destinés à l'envoi avec des blocs réfrigérants (de type *Ice-Pack*) dans une glacière afin de les garder au froid durant le transport.
- Pour les échantillons au stade D3, joindre les échantillons de sol et ceux de tiges de maïs dans le même envoi.
- Si vos installations le permettent, préserver le reste des échantillons composites de 1 kg dans les sacs en plastique bien identifiés au réfrigérateur jusqu'à la réception des résultats d'analyse (*backup*).

#### 5. Expédition des échantillons

- Utiliser DICOM avec le code : 883574
- Indiquer le code du projet : SM26-097
- Mettre l'étiquette « GARDER AU FROID » / « KEEP REFRIGERATED »
- Adresse d'expédition :  
AGRIQUANTA  
74, rue Dansereau  
Saint-Ours (Québec) J0G 1P0
- Si vous avez plusieurs sites de Sentinelle+, regrouper les sacs d'échantillons AGRIQUANTA pour réduire le nombre d'envois et les frais de transport, sans dépasser le délai de conservation.
- Envoyer un courriel pour confirmer l'expédition des échantillons à [agro@pgq.ca](mailto:agro@pgq.ca).
- Prendre note que les glacières utilisées pour l'expédition des échantillons ne seront pas retournées.
- Ne pas envoyer d'échantillons les jeudis et vendredis ou lors de fériés pour éviter qu'ils restent en attente durant la fin de semaine, hors des réfrigérateurs.
- Envoyer les échantillons au laboratoire pour analyse dès que possible.

Le délai de conservation entre le prélèvement et l'envoi au laboratoire ne doit pas excéder deux semaines. Attention, le délai de conservation pour les tiges de maïs en D3 ne doit pas excéder **trois jours** avant l'envoi.

### TEST DES NITRATES DANS LES TIGES

À la maturité physiologique des épis (stade point noir), procéder au prélèvement des tiges pour le test de nitrates dans les tiges de maïs. Cette étape est effectuée au même moment que le dernier échantillonnage de sol. Attention, prélever les tiges à la maturité physiologique (stade point noir) et non à la récolte du champ. Le [Guide d'accompagnement - Test de nitrate semi-quantitatif réalisé sur les tiges de maïs Agri-Réseau | Documents](#) est la référence pour cette étape.

## 1. Matériel nécessaire

Matériel	Nombre	✓
Ruban à mesurer	1	
Sécateur	1	
Sacs microperforés fournis	4	
Étiquettes pour identifier les échantillons	4	
Glacière	1	
Blocs réfrigérants	2	

## 2. Méthode de prélèvement des tiges

- Prélever 10 sous-échantillons de tiges par bande, suivre un patron d'échantillonnage tel que présenté à la [Section 3](#).
- Prélever les échantillons de tige à la hauteur et de la longueur décrites à la **Figure 3**, et enlever les feuilles des tiges.
- Mettre les 10 sous-échantillons d'un traitement ensemble dans un sac bien identifié (voir les indications pour l'identification des sacs à la [Section 2](#)).
- Important : apporter une glacière au champ pour y mettre rapidement les échantillons au frais en attendant leur traitement.

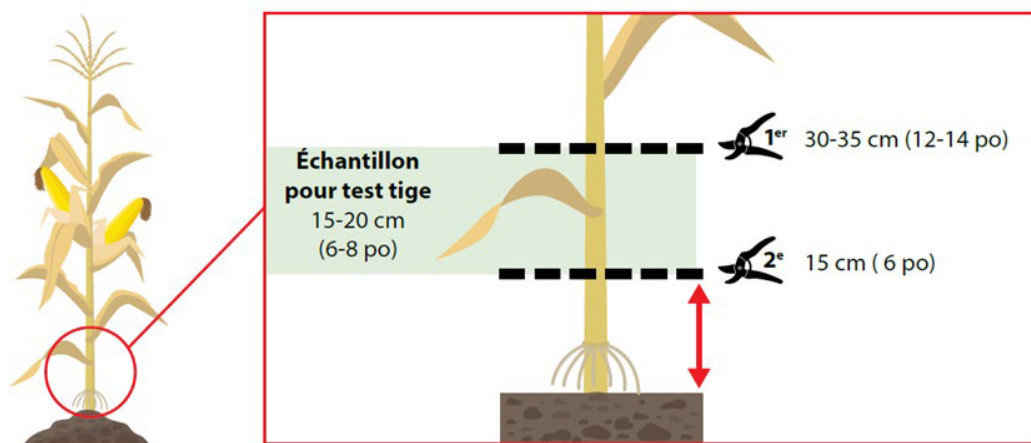


Figure 3. Méthode de prélèvement de l'échantillon de tige. Source : MAPAQ

### Traitement des échantillons et analyse avec un appareil Nitrachek

Vous avez le choix d'envoyer vos échantillons pour l'analyse chez AgriQuanta ou de le faire vous-même avec un appareil Nitrachek si le club responsable de l'essai détient le matériel nécessaire et l'expertise.

#### Si vous choisissez d'envoyer vos échantillons chez AgriQuanta :

- Le délai de conservation pour les tiges de maïs ne doit pas excéder trois jours entre la récolte et l'envoi;
- Les échantillons **NE DOIVENT JAMAIS être CONGELÉS** avant d'être envoyés au laboratoire;
- Au moment de l'envoi, il est **OBLIGATOIRE** de couper les tiges en sections de 2,5 cm et de les placer dans le sac microperforé fourni, bien identifié;

- Envoyer les échantillons de tiges pour analyse chez AgriQuanta dans le même envoi que les échantillons de sol au stade D3 (voir instructions à la [Section 5](#)).

**Si vous choisissez d'analyser vos échantillons vous-même :**

- L'analyse doit se faire dans un délai de sept jours maximum;
- Si vous ne pouvez traiter les échantillons dans ce délai, il est alors possible de congeler les échantillons dans des sacs en plastique hermétique (important).

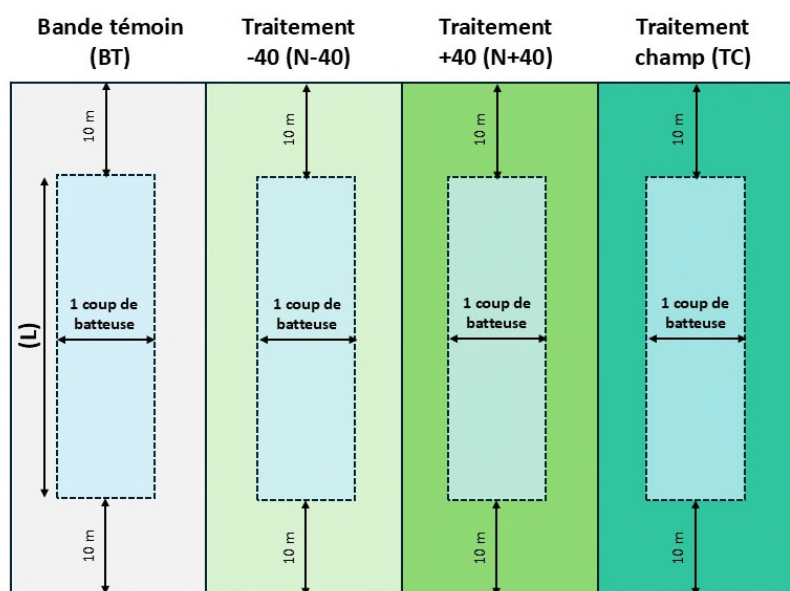
Il est obligatoire de suivre les étapes du [Guide d'accompagnement – Test de nitrate semi-quantitatif réalisé sur les tiges de maïs](#). Noter les résultats (ppm NO<sub>3</sub> b.h.) dans la [Feuille de calcul](#).

## RÉCOLTE DES ÉPIS DE MAÏS POUR DÉTERMINER LE RENDEMENT

Il est recommandé aux participants de mandater clairement un responsable pour l'évaluation du rendement. Le rendement doit être calculé pour chaque bande. **Sans ces résultats, la demande sera refusée.** Veuillez compléter la méthode de récolte et les valeurs de rendements à la section dédiée à cet effet dans le formulaire 3.

### Méthode 1 : Récolte à la batteuse avec un capteur de rendement ou une balance mobile

Le rendement en maïs-grain de chacun des quatre traitements est mesuré. Le rendement réel dans la bande témoin et les parcelles d'essai seront déterminés lors du battage. Le producteur ou le responsable du battage s'engage à fournir au conseiller les rendements mesurés par le capteur de rendement ou la balance mobile, pour chaque zone récoltée (quatre au total). Pour l'utilisation d'une balance mobile, contactez votre représentant à l'avance pour vous s'assurer qu'il est disponible à fournir ce service.



**Figure 4. Plan de récolte avec un capteur de rendement ou une balance mobile**

- S'assurer de bien calibrer le capteur de rendement.

- Récolter séparément chacune des bandes (**Figure 4**):
  - Une largeur de batteuse;
  - Récolte au milieu de la bande en excluant 10 m à chaque bout de la bande;
  - Noter les informations nécessaires pour calculer la superficie récoltée (m<sup>2</sup>) de chacune des bandes :
    - L'espace entre les rangs (**E**);
    - Le nombre de rangs récoltés lors d'un passage de batteuse (**N**);
    - La longueur des rangs récoltés (**L**).
  - Calculer, pour chaque bande, la superficie récoltée (**S = L x N x E**);
  - Prendre les données suivantes pour chacune des bandes :
    - Le rendement (kg) (**R**);
    - Le taux en eau des grains à la récolte : **TEE initial**.
- Calculer le rendement réel ajusté à **14,5 %**<sup>1</sup> pour chacune des bandes avec cette formule :

$$\text{Rendement réel en maïs grains ajusté à 14,5 \% d'humidité (kg/ha)} = R \times (10000/S) \times F^2/100$$

## Méthode 2 : Récolte manuelle

Si le producteur ne dispose pas de capteur de rendement ou ne peut avoir recours à une balance mobile, le rendement est calculé en faisant la récolte manuelle des épis de maïs. Cette méthode est moins précise, et ne devrait être utilisée que si les autres options ne sont pas disponibles. La récolte manuelle doit être effectuée avant le battage par le producteur. Par conséquent, une communication entre le conseiller et le producteur est impérative pour s'assurer qu'il puisse se rendre au champ avant la date prévue du battage par le producteur. Le conseiller peut utiliser le chiffrier Excel qui vous a été envoyé.

<sup>1</sup> Consulter le [tableau de conversion](#) pour déterminer le facteur de conversion du poids humide des grains en poids des grains secs à 14,5 % F (%) (Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec, RMAAQ, MOD. 07-2022)

<sup>2</sup> F = facteur de conversion du poids humide des grains en poids sec

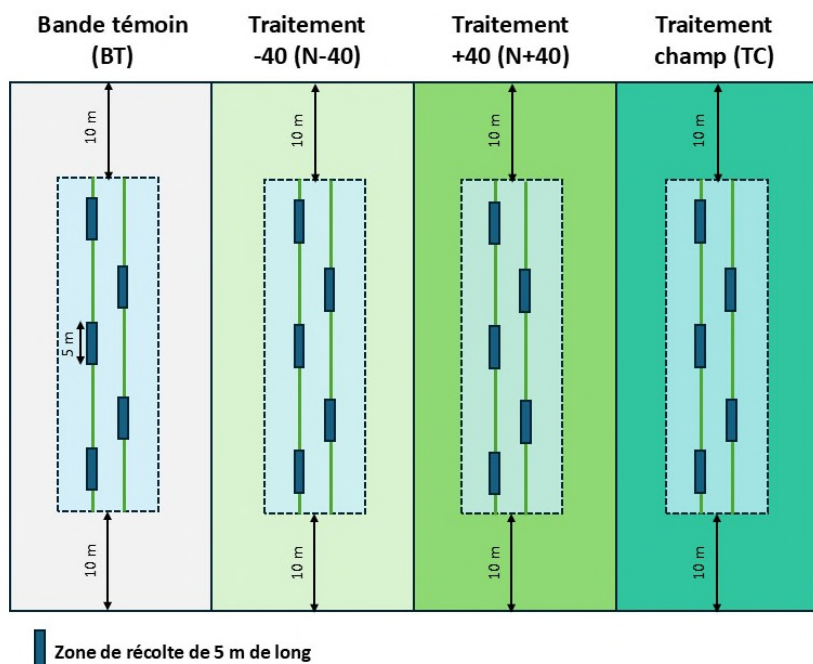


Figure 5. Plan de récolte pour une récolte manuelle.

### 3. Plan de récolte

- Identifier cinq zones de récolte espacées de 60 à 80 m l'une de l'autre, à l'intérieur de chacune des bandes (voir schéma à la Figure 5).
- Toujours éviter les 10 premiers et derniers mètres de la bande, ainsi que les trois premiers et derniers rangs de chaque bande. Ces derniers servent de zones tampons et ne devraient faire l'objet d'aucune mesure.
- Sélectionner deux rangs centraux et représentatifs de la bande où les zones de rendements seront prises.
- Sur ces deux rangs, délimiter des zones de récolte de 5 m de long avec du ruban forestier ou des drapeaux.
- Pour chaque zone de récolte, marquer au feutre trois épis de la zone : un central, le 10<sup>e</sup> épi vers le début de la zone et le 10<sup>e</sup> épi vers la fin de la zone.
- S'assurer qu'il n'y a pas de plants manquants dans les zones de récolte.

### 4. Récolte manuelle des épis

- Récolter tous les épis, sans les spathes, sur la zone de récolte délimitée de 5 m (**L = 5 m**)
- Mettre tous les épis de la zone de récolte dans une poche identifiée par deux étiquettes (une étiquette à l'intérieur et une autre à l'extérieur) avec :
  - Le nom de la ferme;
  - Le traitement (BT, N-40, N+40 et TC);
  - Le numéro de la zone de récolte (1 à 5).
- Peser tous les épis sans spathes, il n'est pas nécessaire de les compter. Noter le poids en kg (**P1**).

### 5. Estimation du ratio du poids des grains des trois épis marqués/poids des épis sans spathes (F1)

- Peser les trois épis marqués au feutre, noter le poids en kg (P2)

- Égrener ces trois épis
- Peser les grains des trois épis, noter le poids en kg (P3)
- Calculer l'apport des rafles :  $F1 = P3/P2$

## 6. Estimation de la teneur en eau des grains à la récolte (TEE initial) à partir des grains de trois épis

Les grains décortiqués à partir des trois épis doivent être préalablement bien mélangés et le délai entre l'égrenage des épis et la détermination de l'humidité des grains ne doit pas dépasser 24 heures. Les échantillons doivent être gardés au frais durant cette période ([RGCO, Maïs-Grain. Normes et protocole expérimental pour l'évaluation des hybrides, 2021](#)).

Choisir l'une des deux méthodes suivantes :

- **Méthode 1** : Déterminer la TEE des grains à la récolte à l'aide d'un humidimètre pour grains (ex. : humidimètre LABTRONICS 919 permis lorsque le maïs a moins de 35 % d'humidité, humidimètre de type 919/3,5)<sup>3</sup>
- **Méthode 2** : En l'absence d'un humidimètre, rapporter les grains à un centre de services pour prendre le taux d'humidité à la récolte et procéder comme suit :
  - Sécher les grains des trois épis à 55 °C dans un four à séchage forcé jusqu'à poids constant et noter le poids en kg (**P4**).
  - Calculer la **TEE initiale** (%) =  $(P3 - P4) \times 100 / P3$

## 7. Estimation du rendement réel en grains pour chaque zone de récolte

- Calculer la superficie récoltée (**S**) :  
 $S = \text{espacement des rangs (m)} \times \text{longueur de récolte (m)}$
- Calculer le facteur d'espacement (**F2**) :  
 $F2 = 1 \text{ ha} / S = 10000 \text{ m}^2 / S$   
Exemple : Pour un écartement des rangs = 0.76 m et longueur de récolte de 5 m de long :  
 $S = 0.76 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 3.80 \text{ m}^2$ ;  $F2 = 10000 \text{ m}^2 / 3.80 \text{ m}^2 = 2632$
- Calculer le facteur de conversion du poids humide des grains en poids des grains à **14,5 % (F3)**  
 $F3 = (100 - \text{TEE initiale}) \times 100 / (100 - \text{TEE finale})$  (ou consulter le [tableau de conversion](#), RMAAQ, MOD. 07-2022)

<p><b>TEE finale visée</b> = 14,5 %  <b>F3</b> = <math>(100 - \text{TEE initiale}) \times 100 / 85,5</math></p>
---

Exemple : si TEE initial = 32 %,  $F3 = 68 \times 100 / 85,5 = 79,53 \%$

<sup>3</sup> <https://www.fadq.qc.ca/fileadmin/fr/normes-procedures/assurance-recolte/cereales-mais-grain-proteagineuses-section-4-321.pdf>

- Rendement réel en grains ajusté à 14,5 % d'humidité après déduction de 10 % de perte de rendement au battage.

**Rendement réel (kg/ha) en grains ajusté à 14,5 % d'humidité = P1 x F1 X F2 X 0,9 x (F3/100)**

P1 : Poids de tous les épis sans spathes récoltés sur la zone de 5 m de long

F1 : Ratio poids des trois épis/poids des trois épis sans spathes

F2 : Facteur d'espacement

0,9 : Déduction de 10 % de perte de rendement au battage

F3 : Facteur de conversion du poids des grains à la récolte au poids des grains à 14,5 % d'humidité

Utiliser fichier Excel Données\_SM\_2025 onglets Rendement pour le calcul

- Faire le calcul du rendement réel en grains ajusté pour chaque zone récoltée (cinq zones par bande de traitement)
- Calculer une moyenne pour obtenir le rendement réel moyen ajusté à 14,5 % pour chaque bande (quatre traitements) : somme des rendements des cinq zones récoltées (kg/ha) / 5.

#### Exemple d'estimation du rendement réel ajusté à 14,5 % d'humidité pour une zone de récolte

- Poids des épis sans spathes récoltés sur 5 m (en kg) : P1 =6,5 kg
- Ratio poids grains/poids épis (trois épis) à la récolte, F1 = 0,85
- Espacement des rangs = 0,76 m et longueur de la zone de récolte = 5 m ; donc, F2 = 2632
- Pour TEE initial = 32 % et TEE final = 14,5 %, F3= 79,53 %
- Rendement en grains réel ajusté à 14,5 % d'humidité (kg/ha) :  

$$6,5 \times 0,85 \times 2632 \times 0,9 \times 0,7953 = 10\,409 \text{ kg/ha}$$

Pour les détails techniques concernant le calcul du rendement : [La Financière agricole du Québec](#)

Pour toute autre question : [agro@pgq.ca](mailto:agro@pgq.ca)

## FINANCEMENT DES ANALYSES

- Le coût d'analyse des échantillons de sol et de tiges prévues au protocole est assumé par le projet.
- Les prélèvements d'échantillons et d'analyses de sol supplémentaires ne sont pas couverts dans le cadre du projet.

