

Possibilités d'expérimentation de précision à la ferme dans le cadre du projet de gestion agricole intensive en données

David S. Bullock

Professeur, Université de l'Illinois, Département d'économie agricole et de consommation

Chercheur principal, Projet de gestion agricole à forte intensité de données (DIFM)

*L'agriculture de précision
au coeur de l'innovation en grandes cultures*

Victoriaville, Québec

27 février 2025



Les principaux points que je vais aborder :

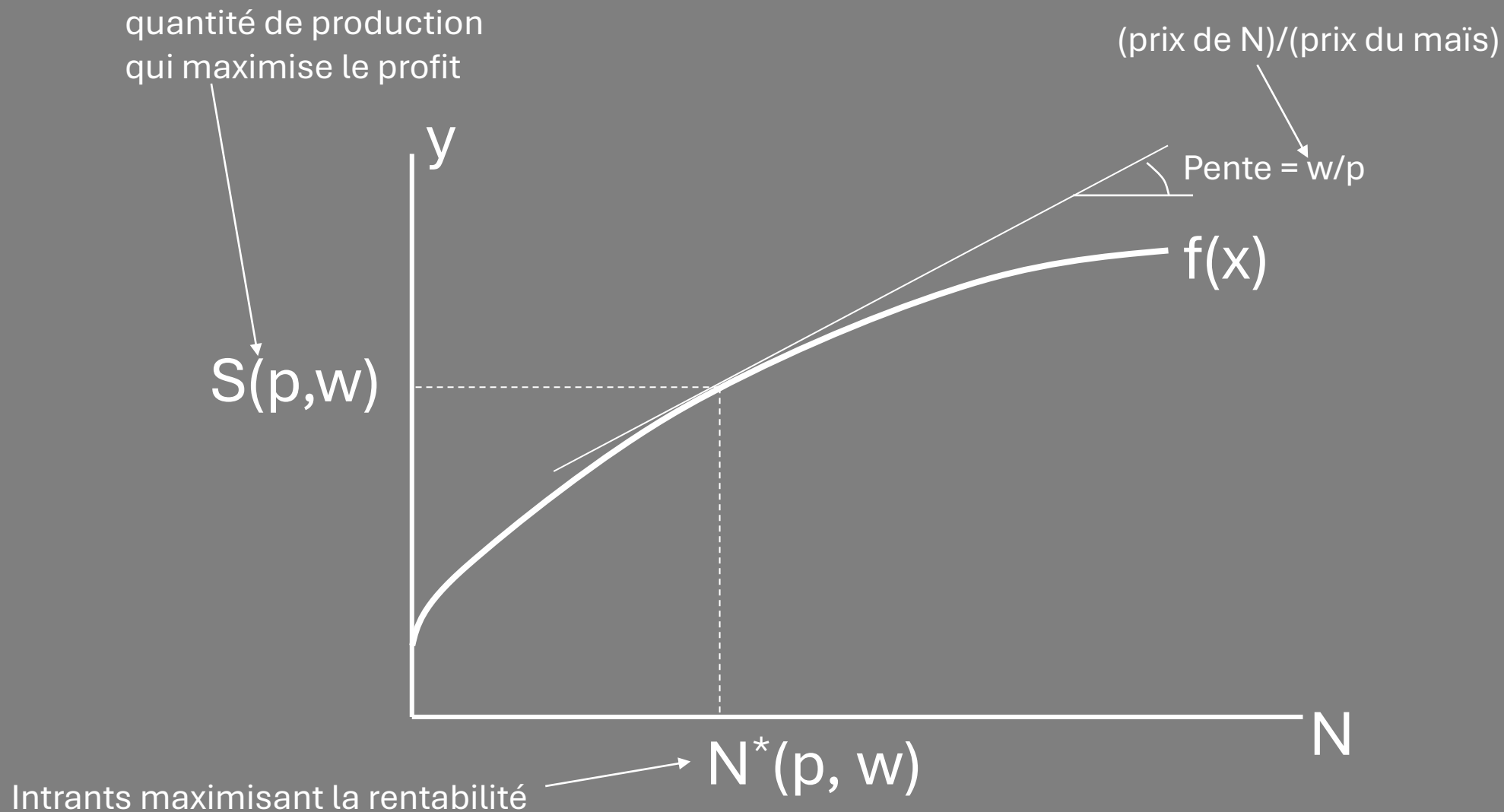
- L'expérimentation de précision à la ferme (OFPE) révolutionne la recherche agronomique en l'amenant directement dans les champs des agriculteurs.
- Les agriculteurs et les conseillers agricoles peuvent collaborer avec le projet pour gérer des OFPE.
- Ces expériences fournissent des données importantes sur les champs, qui peuvent être utilisées pour améliorer la gestion de ces champs.
- Le tout grâce à la plateforme conviviale difm.farm (« cyber-infrastructure »).
- Les données appartiennent aux agriculteurs (mais DIFM se réserve le droit de les utiliser à des fins académiques).

Si vous prenez un cours d'économie en première année d'université, vous verrez ceci :

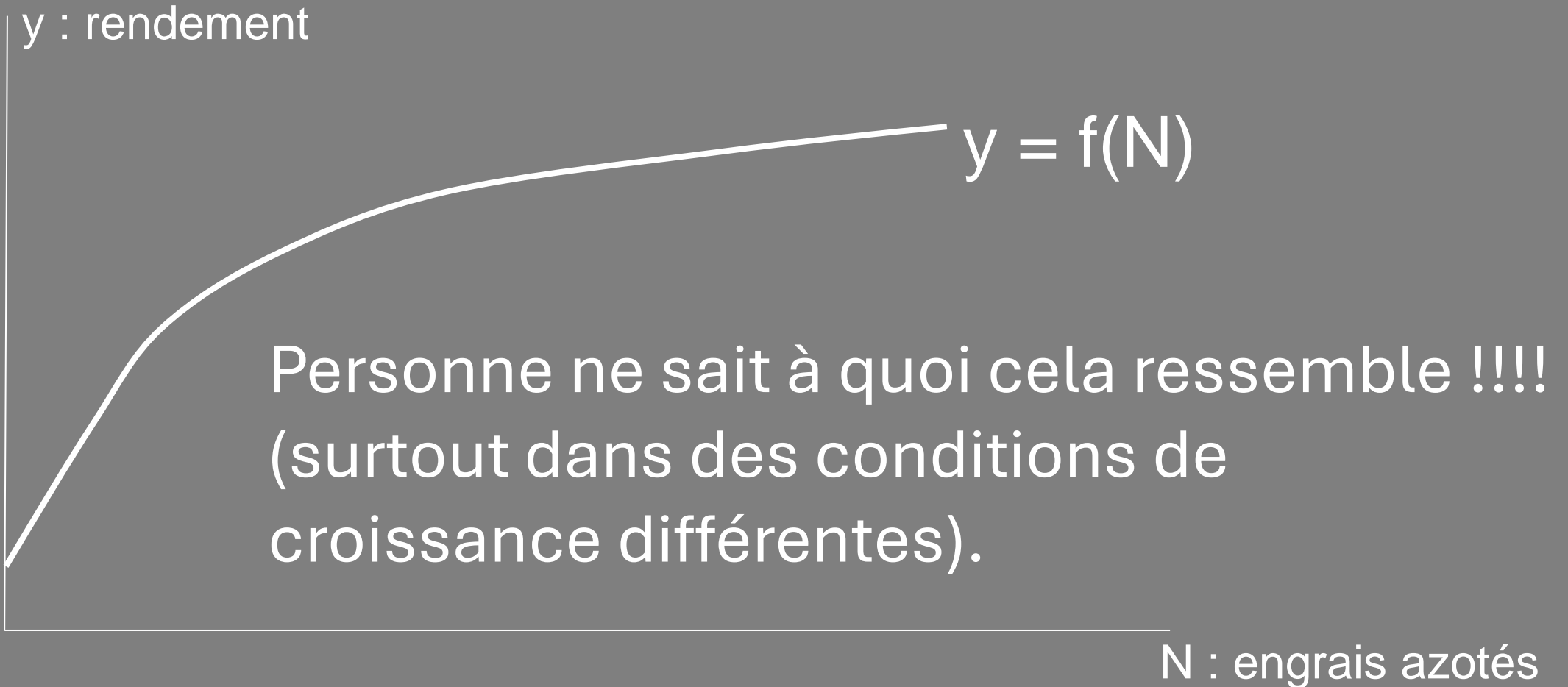


Et vous apprendrez un élément de théorie microéconomique :

Pour maximiser le profit, il faut que la **pente** de la courbe soit égale au ratio des prix des intrants et des extrants :

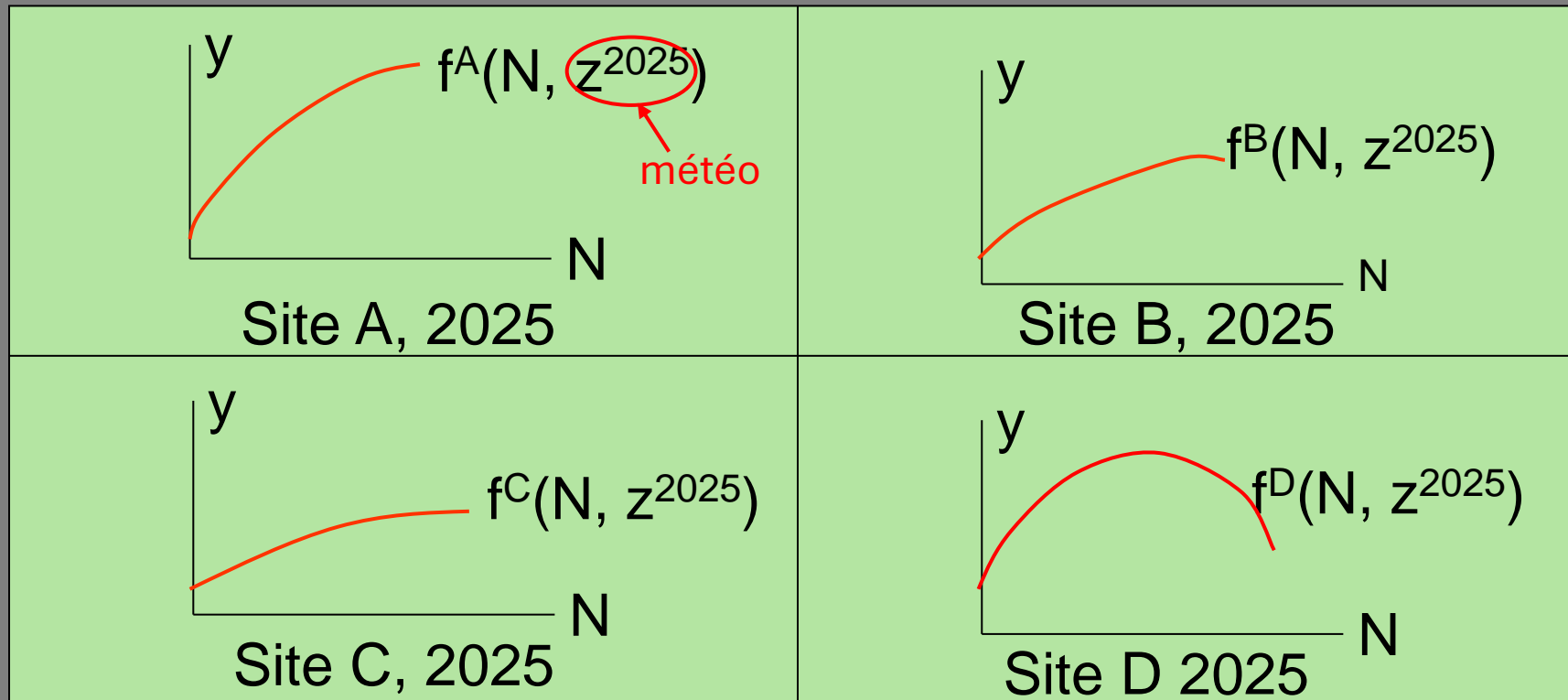


Ce que personne ne vous a dit (ou du moins pas à moi) :

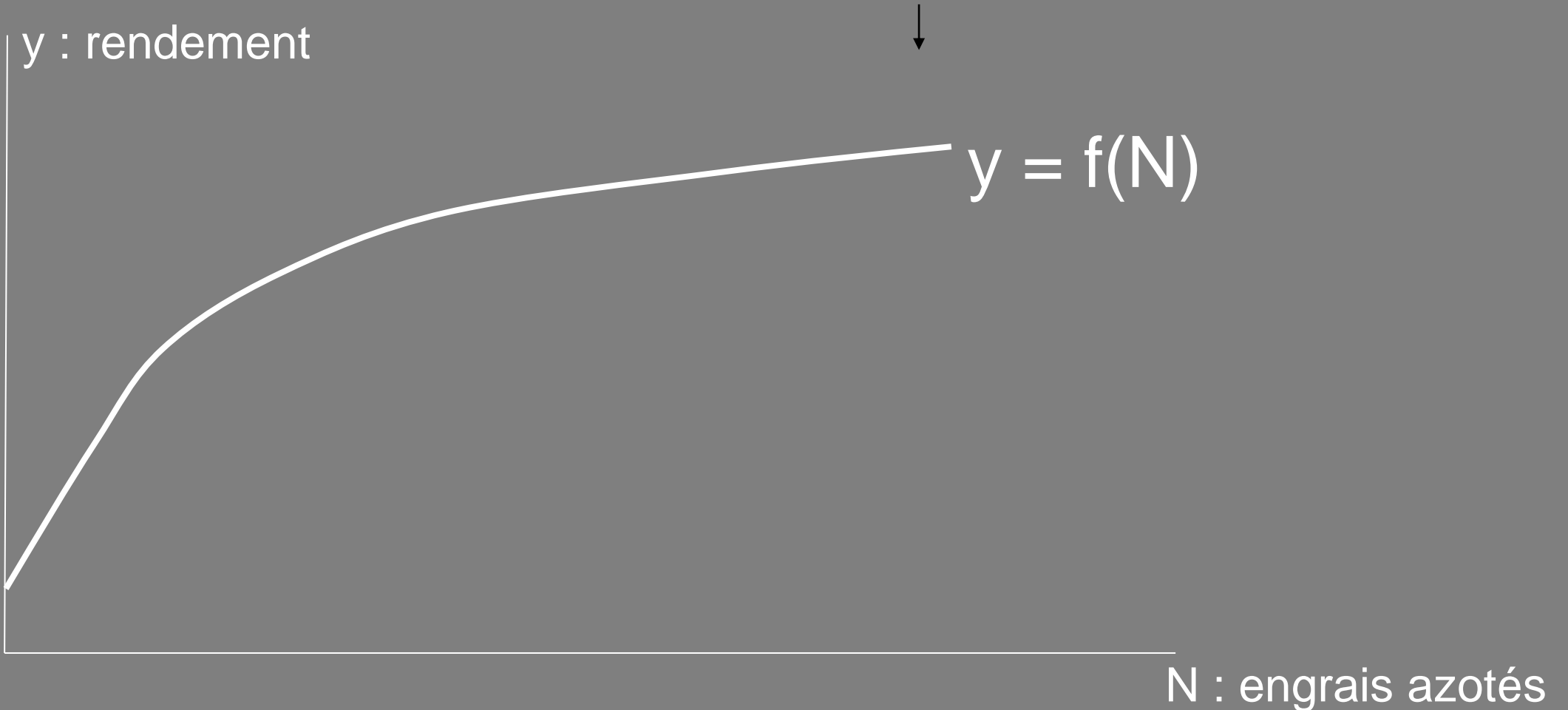


\$ Principal défi de l'agriculture de précision : \$

On ne connaît pas les *courbes de rendement spécifiques à chaque site*, ce qui fait qu'on n'a pas une vision d'ensemble de la situation :



Autre point très intéressant : les statistiques modernes ont été inventées par une personne qui essayait de comprendre à quoi ressemblait cette fonction !



R.A. Fisher :

Sir
Ronald Fisher
FRS



Fisher in 1913

« un génie qui, presque à lui seul, a jeté les bases de la science statistique moderne ».



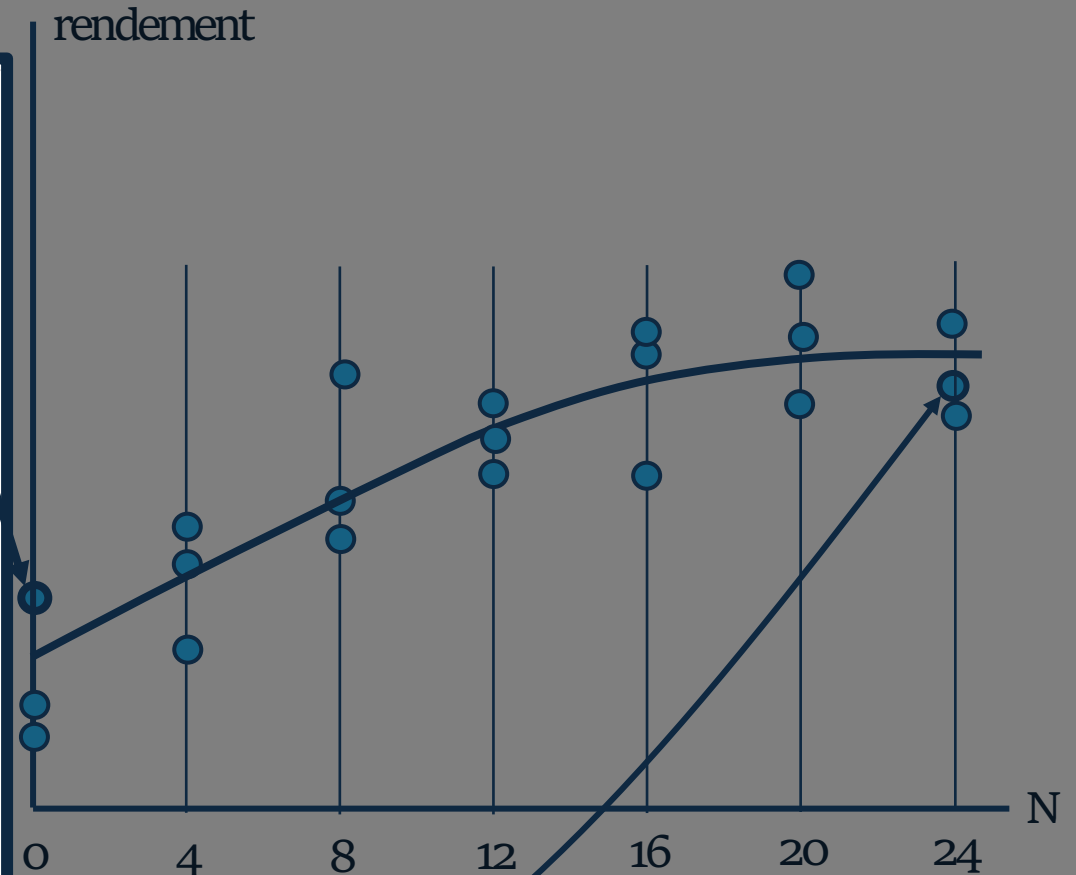
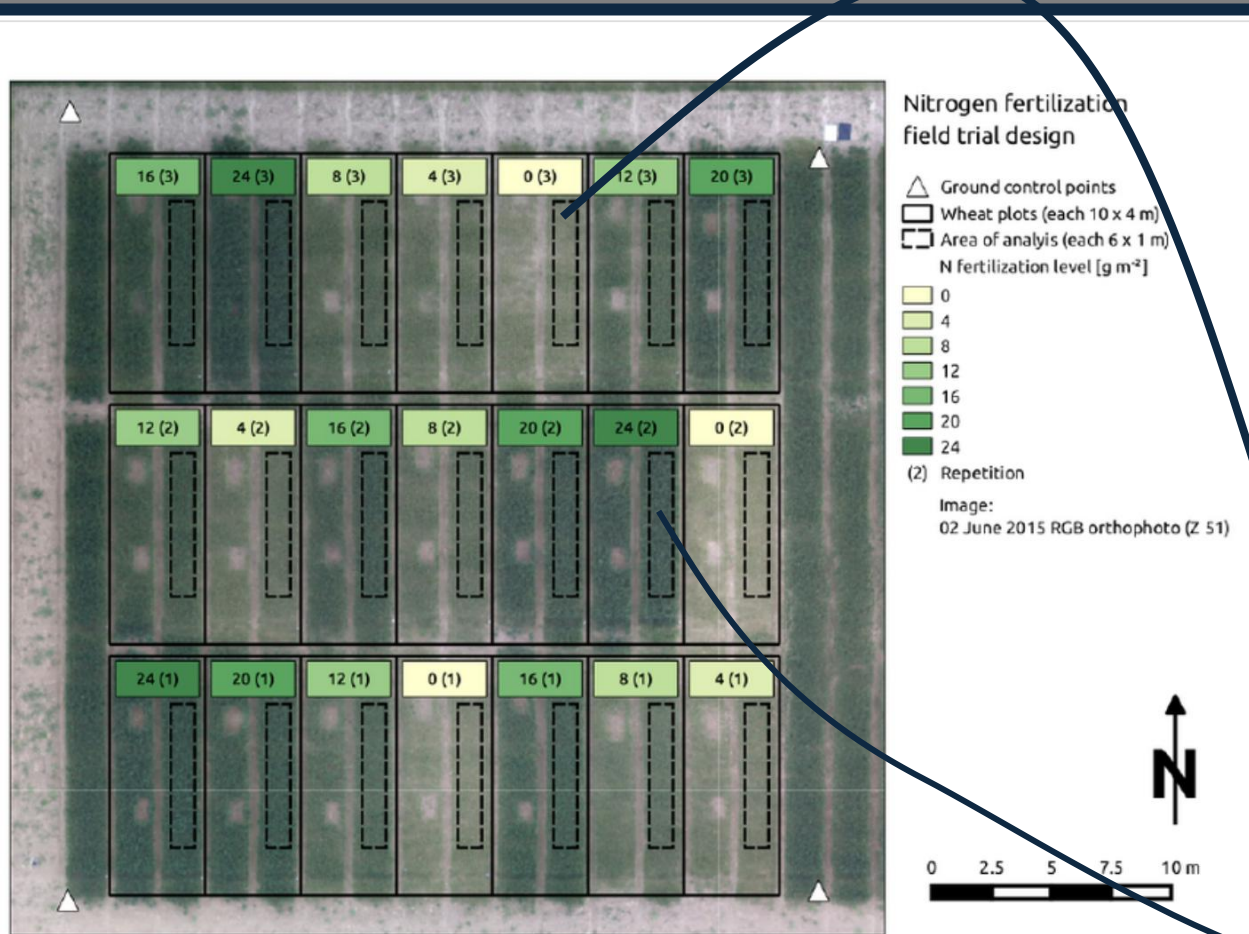
Rothamsted



Long-term
Experiments

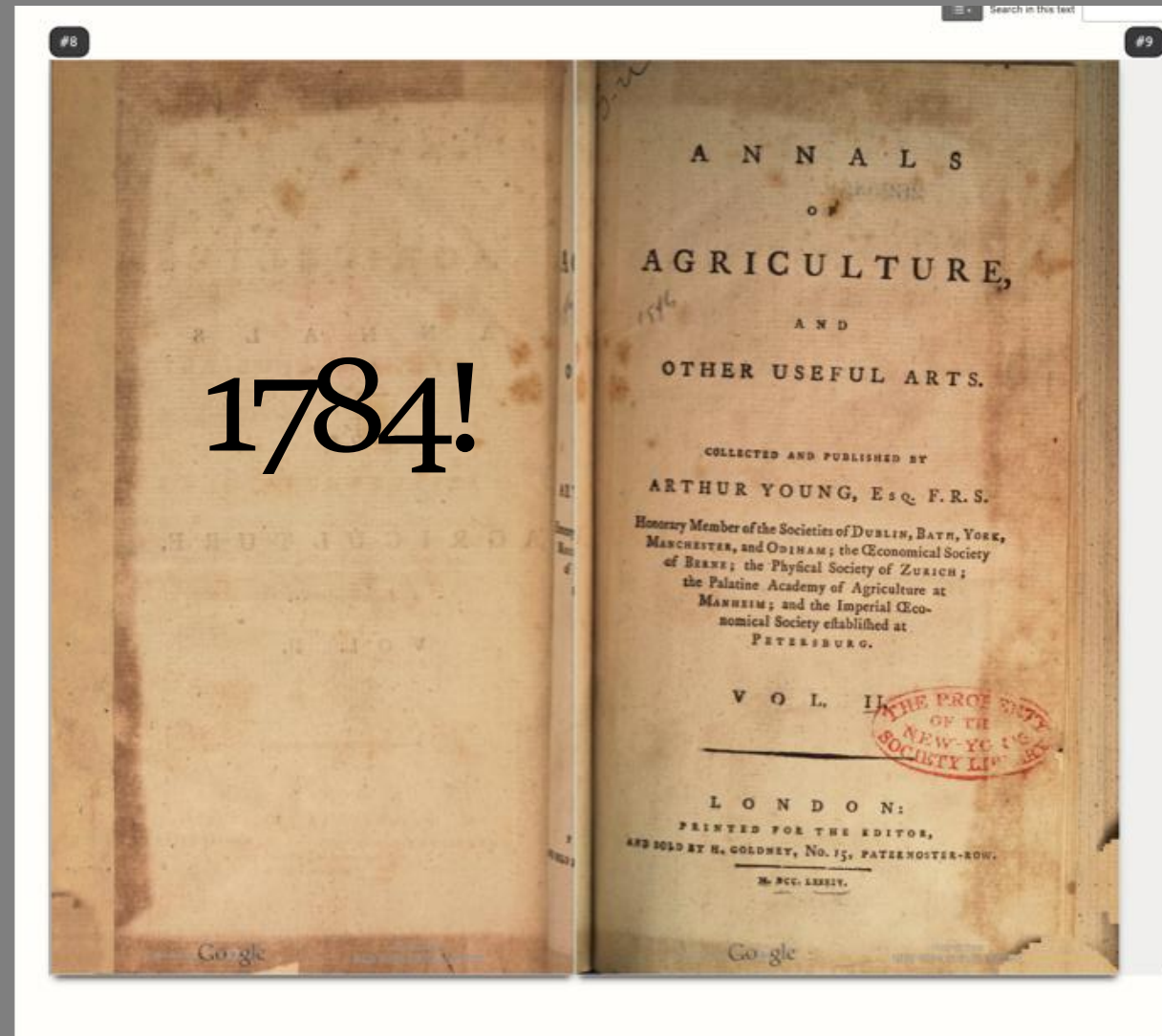
Rothamsted Research Station England, 1843-2025

Fisher a travaillé avec des données d'*essais en plein champ sur de petites parcelles* afin d'estimer les courbes de rendement :



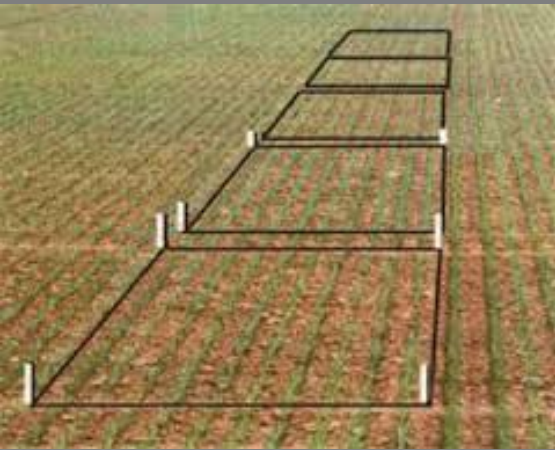
N field trial in winter wheat with 21 plots of a size of 10 × 4 m each. Seven N fertilization levels of 0, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 g · m⁻² were tested in a randomized complete block design with

Les agronomes font des essais en plein champ sur de petites parcelles afin d'en savoir plus sur les plantes depuis... enfin, depuis qu'il y a des agronomes...



Les agronomes tirent une grande partie de leurs données d'essais au champ sur de petites parcelles. Des milliers d'essais à petite échelle sont menés chaque année par des chercheurs des secteurs public et privé.

Tracé de parcelles à l'aide de rubans à mesurer et de drapeaux orange :



*Travail d'étudiant
ou de technicien :*



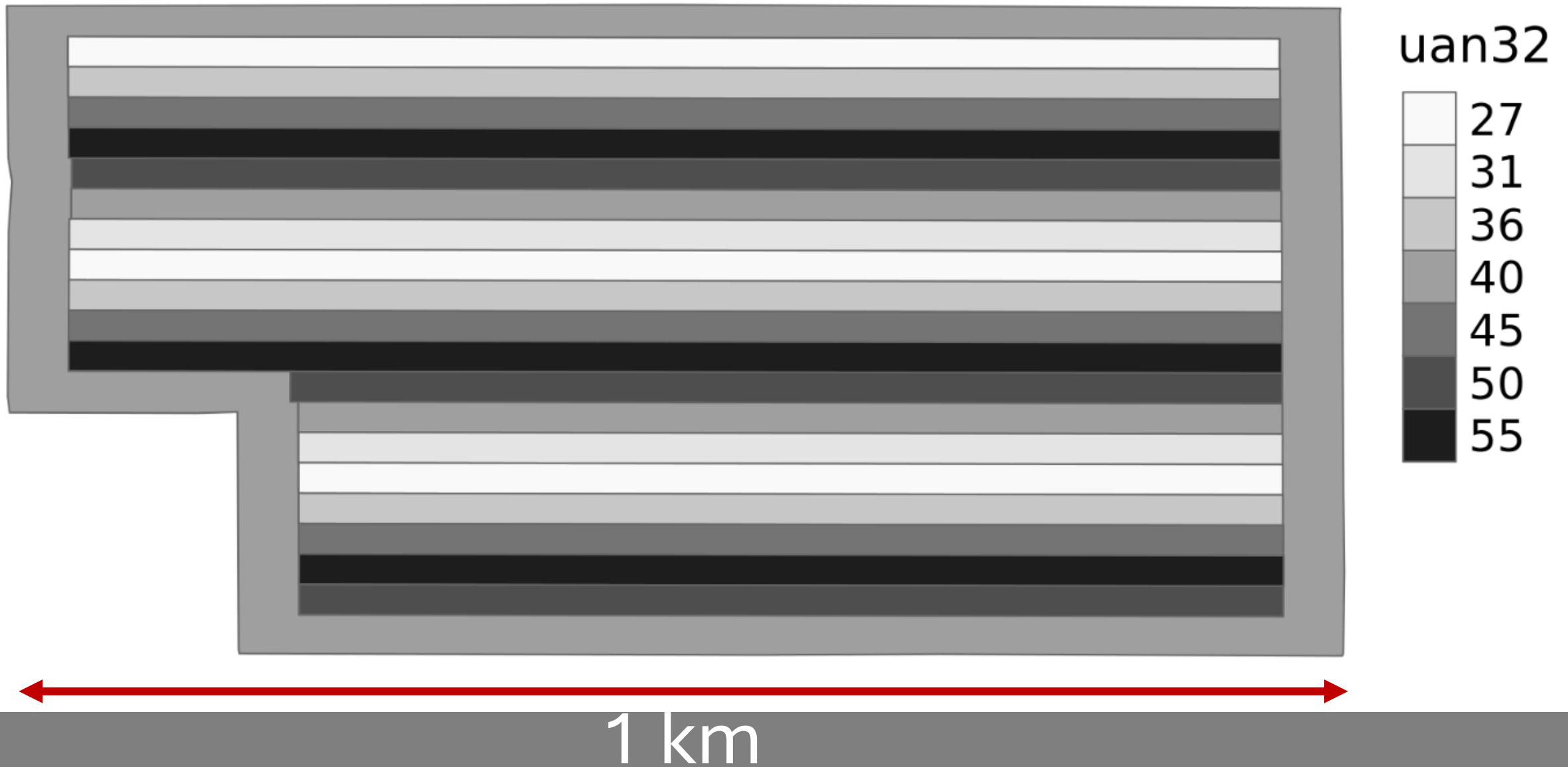
*Application
d'intrants à la main
ou à l'aide d'un
équipement spécial :*



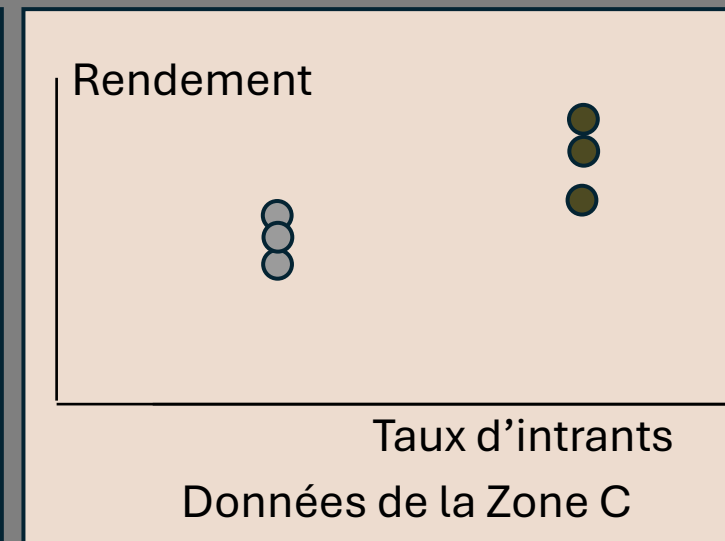
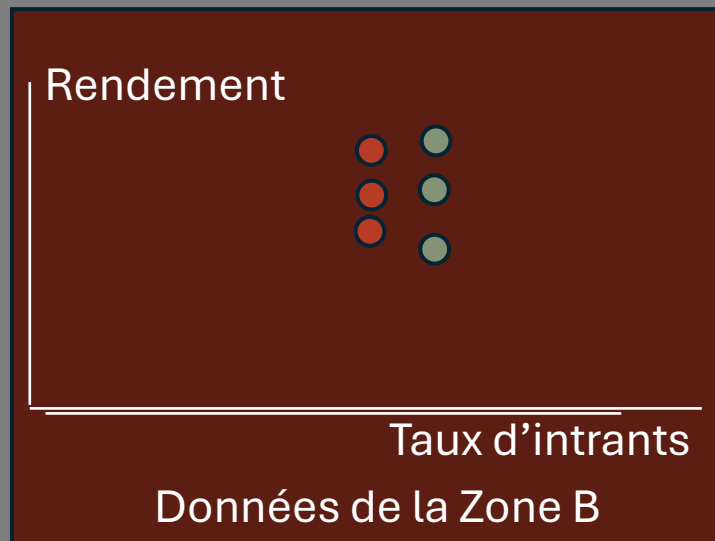
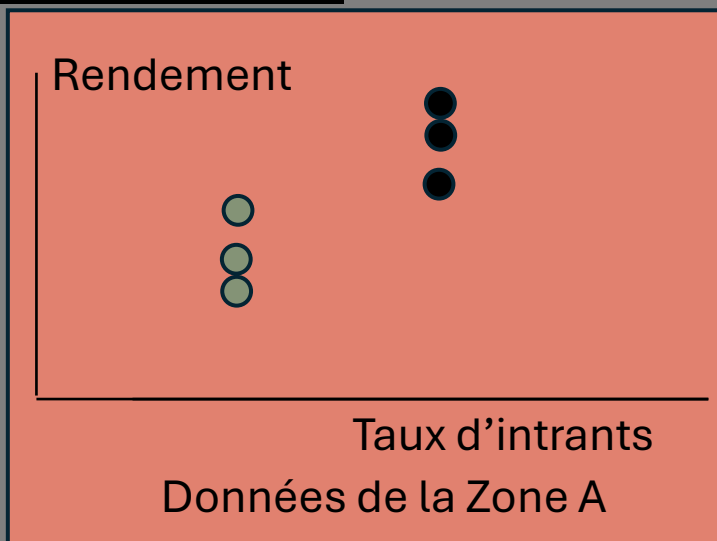
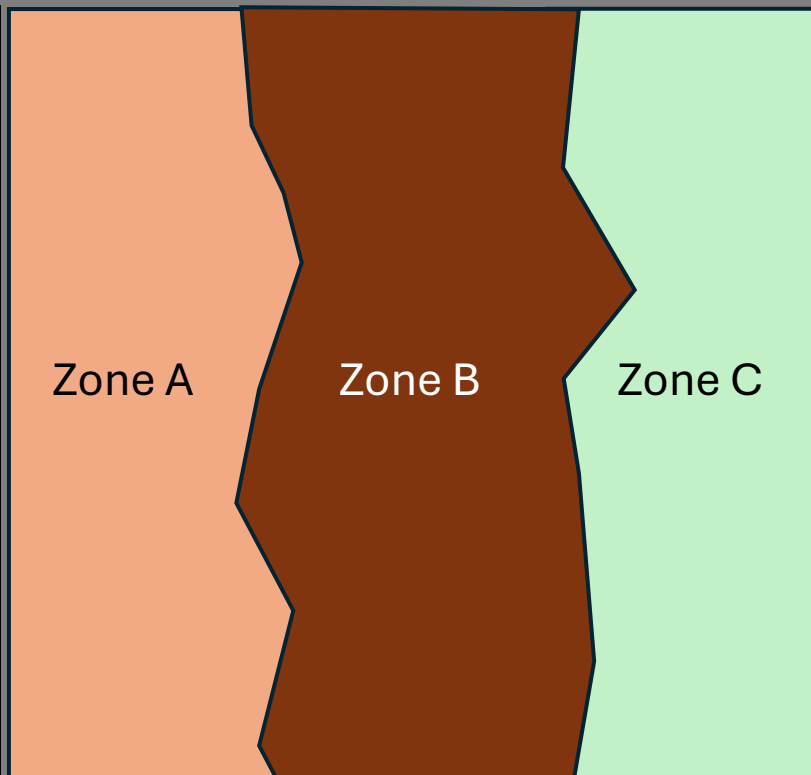
Les essais sur petites parcelles sont de petite taille parce qu'ils nécessitent une main-d'œuvre importante et sont donc *coûteux*.

Parce qu'ils sont petits, les essais sur petites parcelles ont des espaces d'inférence limités. (Que signifient les résultats obtenus sur cette petite parcelle pour un autre champ ?)

Les essais en bandes sont souvent utilisés comme alternative :



Le problème des essais en bandes est que, malgré leur taille, ils ne fournissent parfois qu'une variance spatiale limitée des taux d'intrants de l'essai, et qu'ils ne sont donc pas vraiment utiles pour la gestion spécifique du site.



Passez à la vitesse supérieure :

Technologie de l'agriculture de précision

Dans les années 90, beaucoup de gens ont vu le potentiel du GPS et ont conçu des machines d'application d'intrants à taux variable et des moniteurs de rendement pour créer une technologie permettant aux exploitations agricoles de cultiver avec « précision ». J'ai vu beaucoup d'images comme celle-ci :

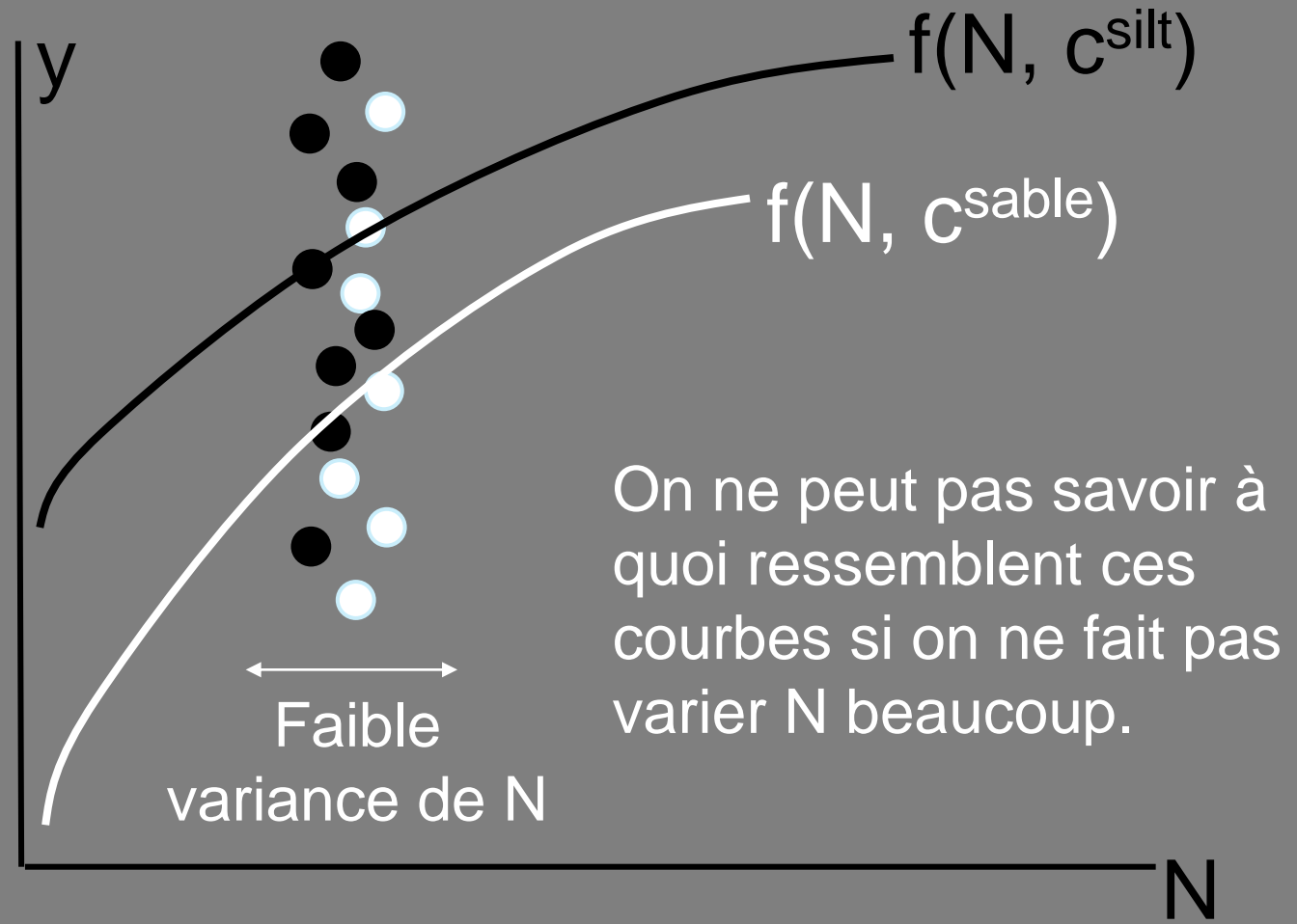


« On peut cultiver au mètre ! »

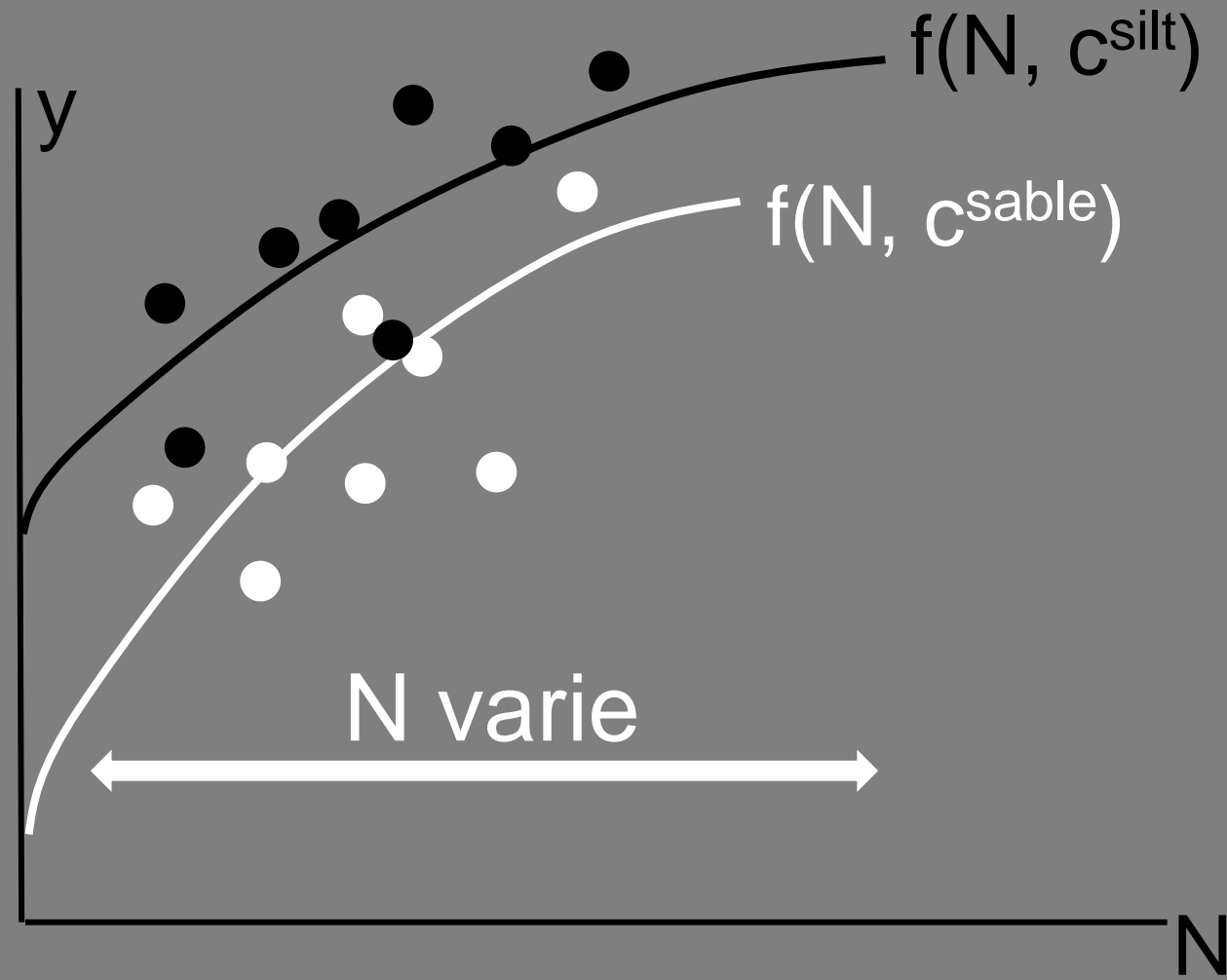
Depuis une dizaine d'années, l'idée d'utiliser des drones et des robots pour recueillir des données en vue d'une gestion précise des cultures fait fureur :



Mais un fait est souvent perdu dans la discussion : *quel que soit le nombre de drones que nous faisons voler, si nos données ne présentent pas des taux d'intrants suffisamment variés, il n'est généralement pas possible de déterminer ce qui en est.* (On ne peut pas faire correspondre des courbes à des colonnes de données).



On a donc commencé à faire varier les taux d'intrants pour voir comment le rendement réagit à des taux différents dans des environnements différents :



Le message (et il est très important) :

Si vous n'avez pas des données provenant de différentes options de gestion, vous ne saurez pas ce qui se passe avec différents types de gestion !

et peu importe le nombre d'images satellites que vous utilisez dans votre analyse de « Big Data ».

Une autre idée :

L'expérimentation de précision à la ferme (OFPE).

L'OFPE utilise la technologie de précision pour générer les données nécessaires à l'estimation des courbes de rendement spécifiques au site.

Ces expérimentations sont
beaucoup plus grosses,
beaucoup moins chères,

et sont menées par les agriculteurs dans leurs
propres champs afin d'obtenir des informations
sur la façon de gérer ces champs.

Un agriculteur, un conseiller agricole ou un chercheur se rend sur le site <https://difm.farm> et téléverse le fichier des limites de champs dans la cyber-infrastructure difm.farm :

Expérimentation de précision à la ferme sur un champ de 71 acres dans l'Ohio

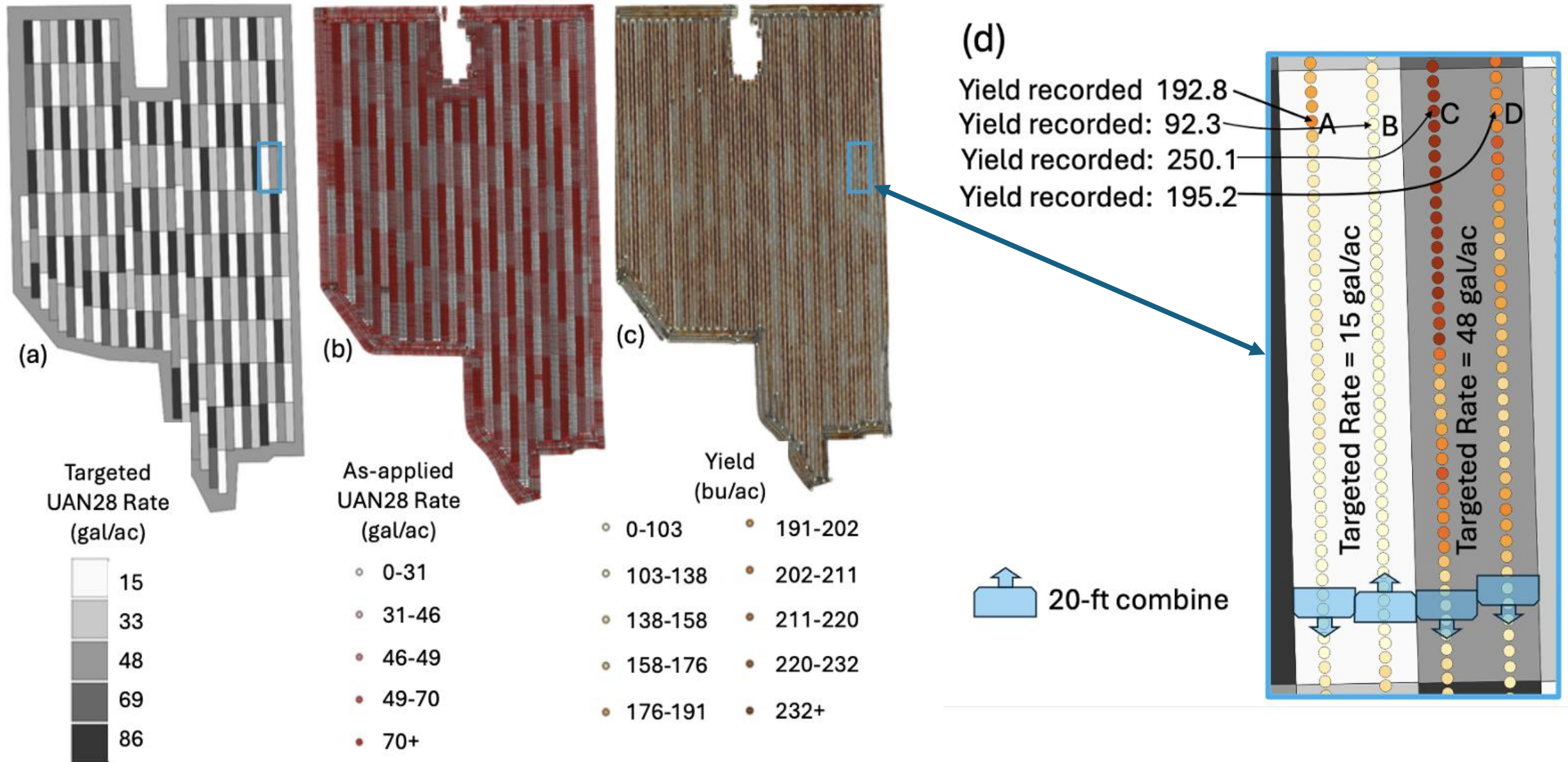
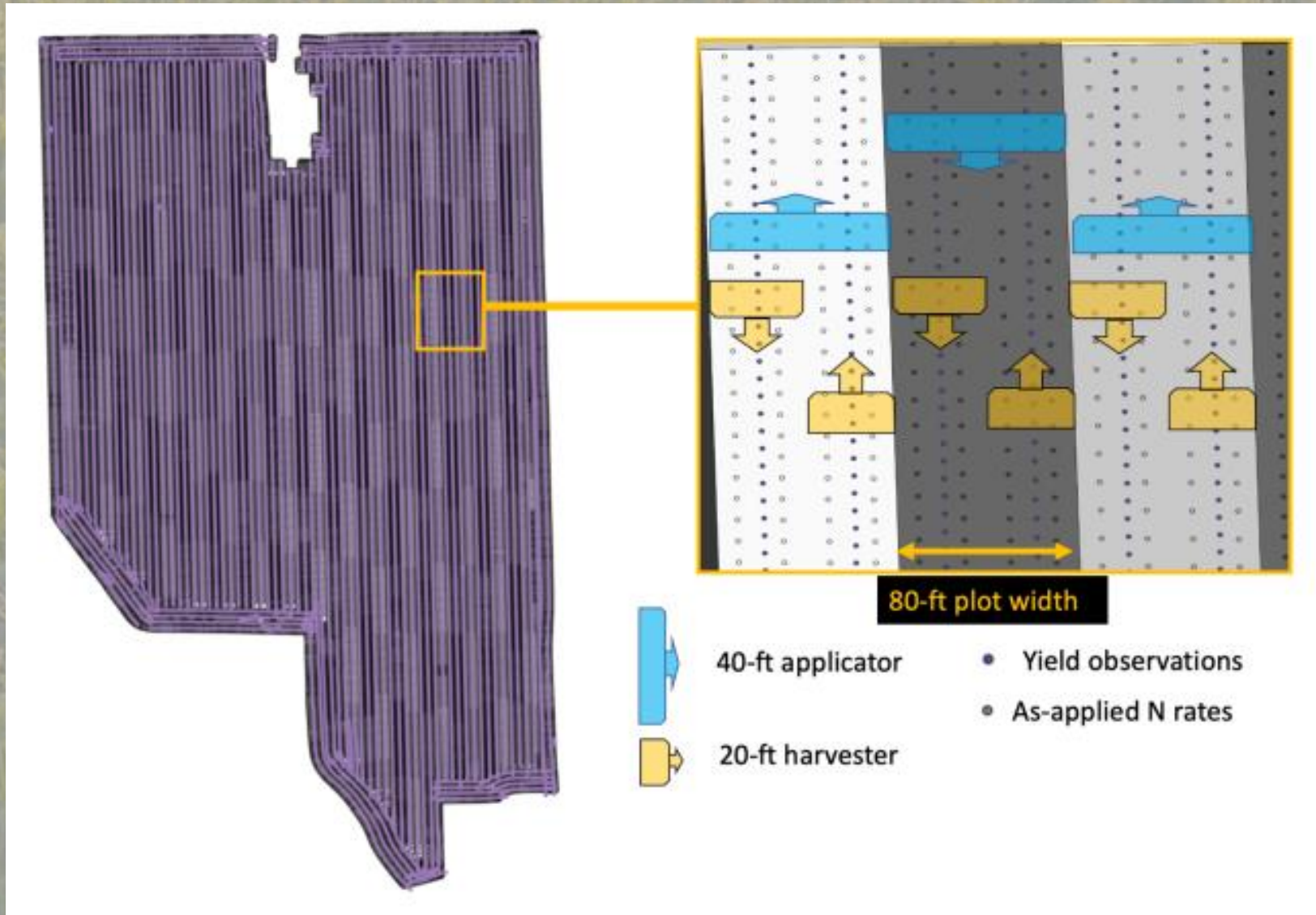


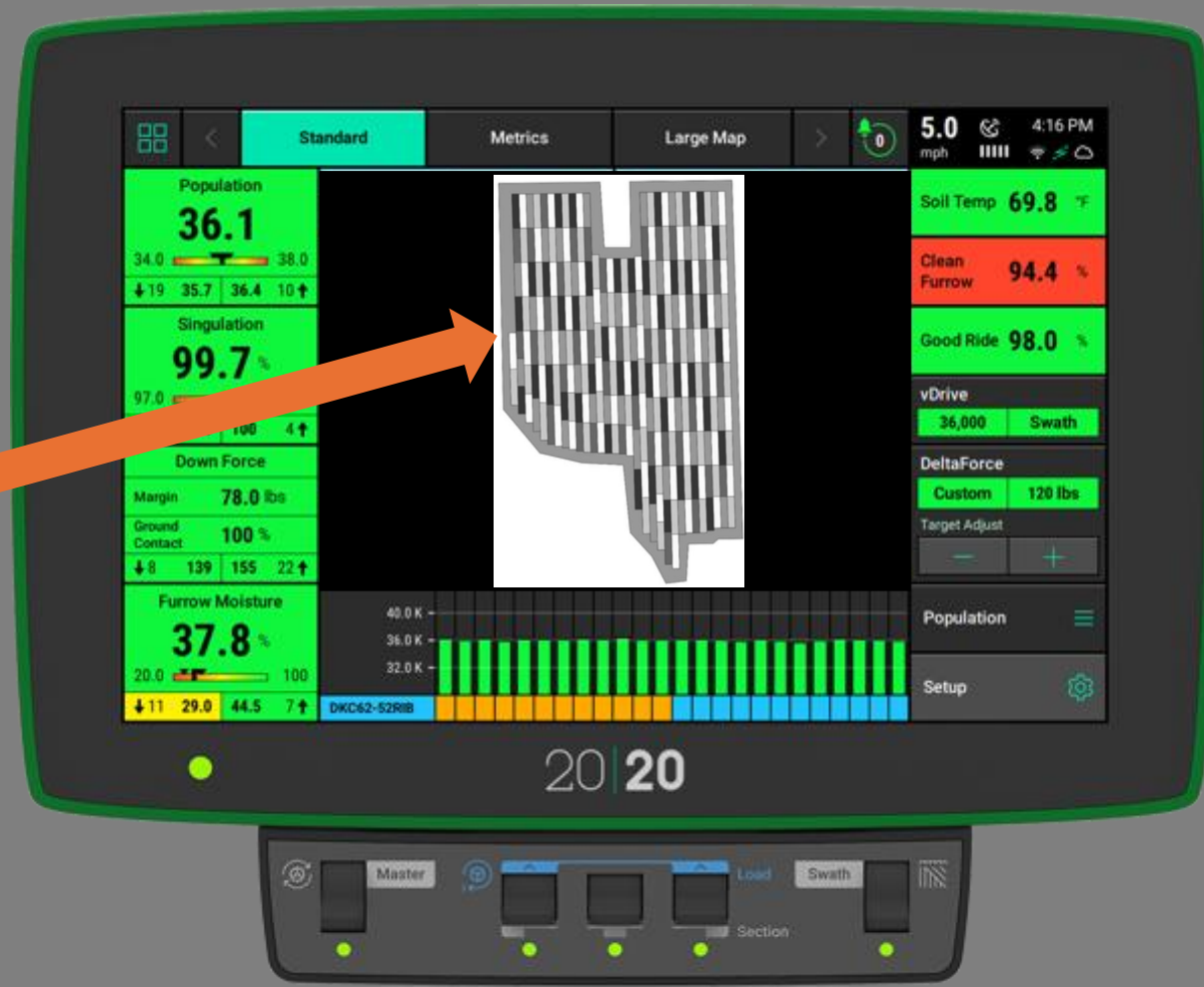
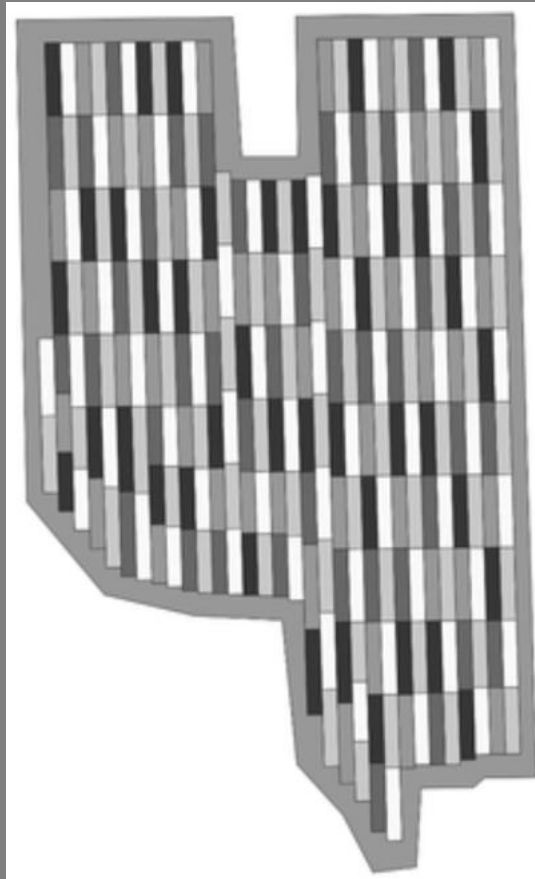
Figure 5. (a) QEPF design, (b) as-applied map, (c) yield map, (d) close-up of boxed areas shown in

Comment ça fonctionne ?

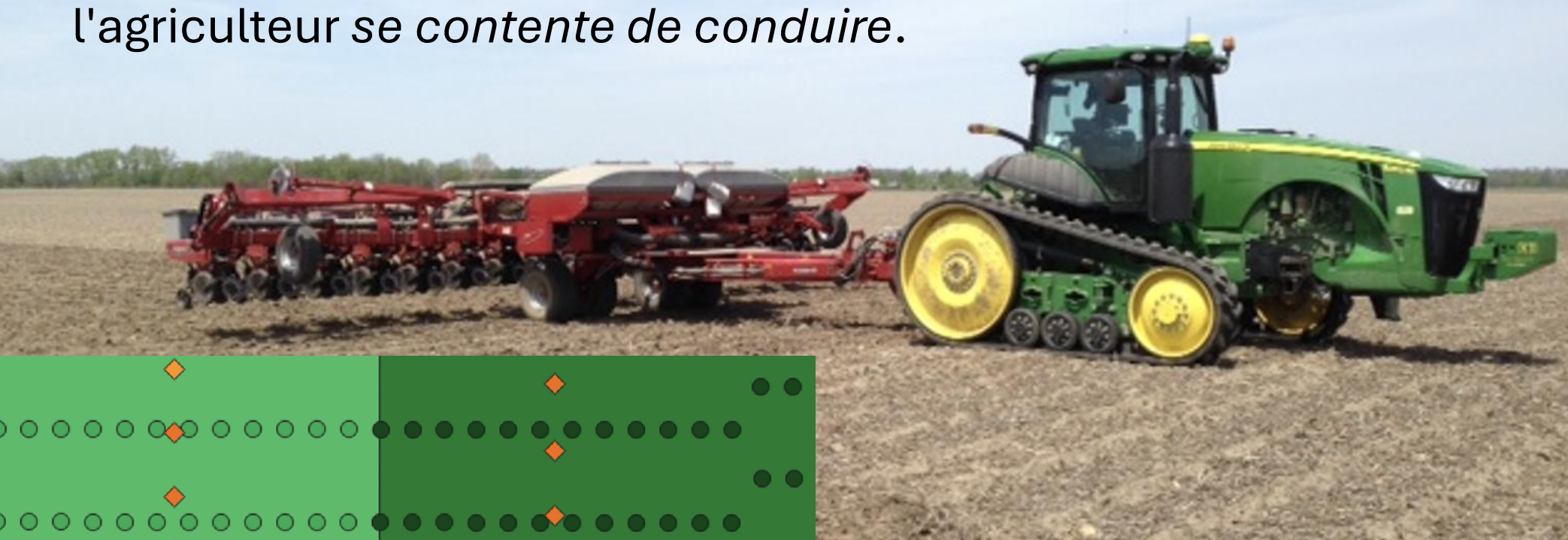


- Les fichiers de forme sont facilement téléchargés dans le moniteur de la planteuse pour exécuter les essais à la bonne dose.
- La planteuse et la moissonneuse suivent les lignes AB générées pour les maintenir centrées au milieu des parcelles.
- Les cartes de rendement sont générées puis retraitées pour créer un rapport agronomique.
- Le rapport est remis à l'agriculteur pour qu'il puisse prendre des décisions concernant les intrants à l'avenir.

- L'opérateur de la machine peut télécharger un fichier de forme expérimental comme n'importe quelle autre « prescription » de taux variable :



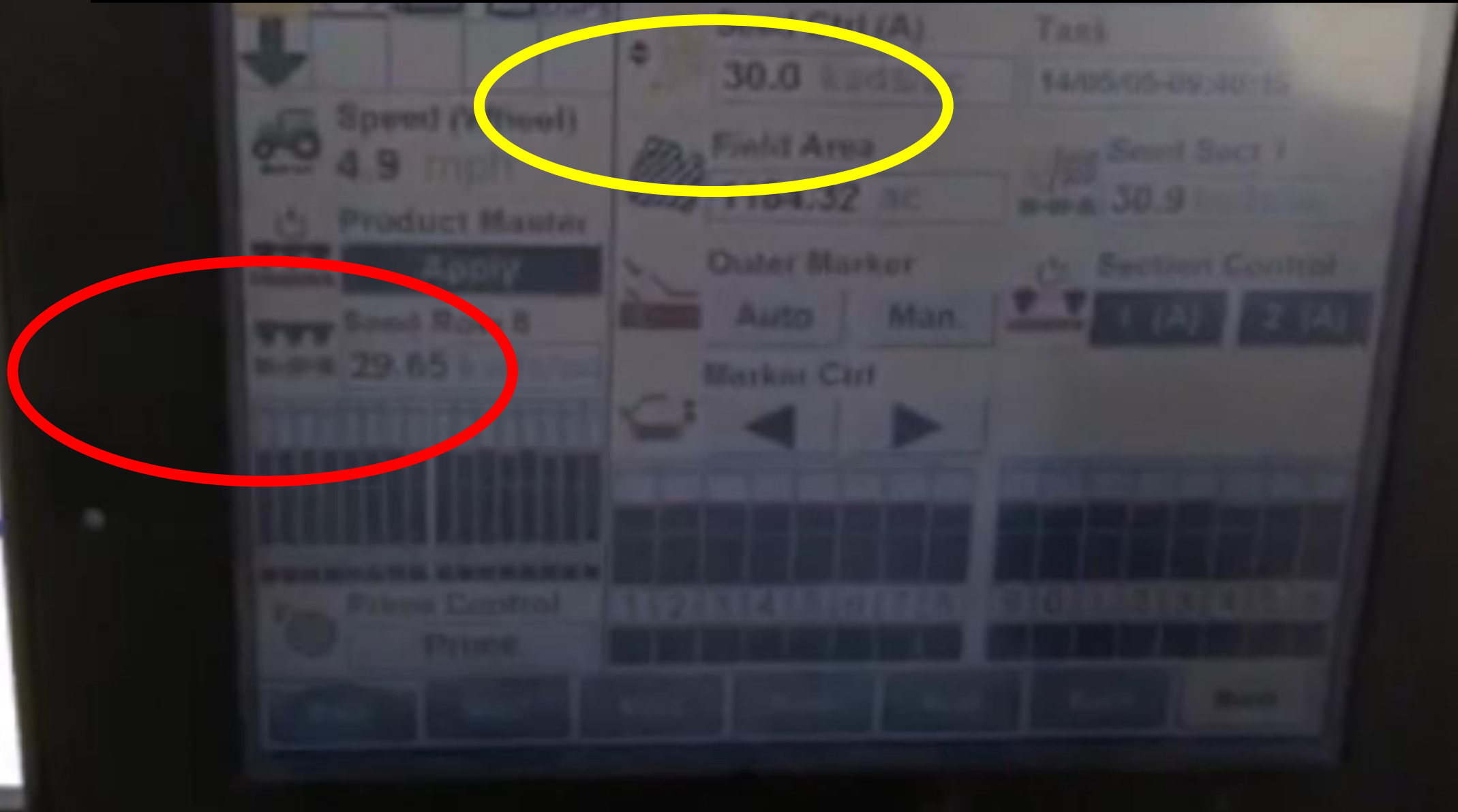
Ensuite, le semoir a debit variable et le GPS travaillent avec le fichier de forme de l'essai pour mettre la conception de l'essai « dans le sol » pendant que l'agriculteur se *contente de conduire*.



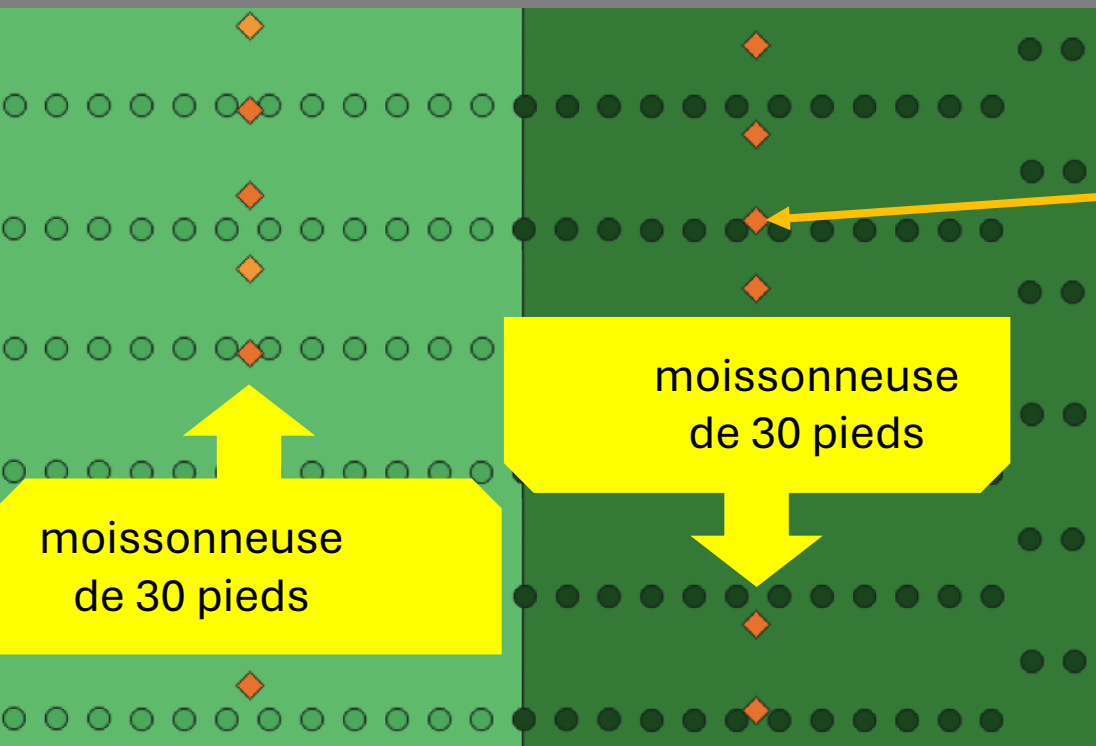
Planteuse de 60 pieds avec
contrôle de la dose variable sur
chaque rangée

Données de plantation

L'agriculteur s'est amusé à prendre une vidéo du débit d'épandage pendant qu'il mettait l'expérience en terre :

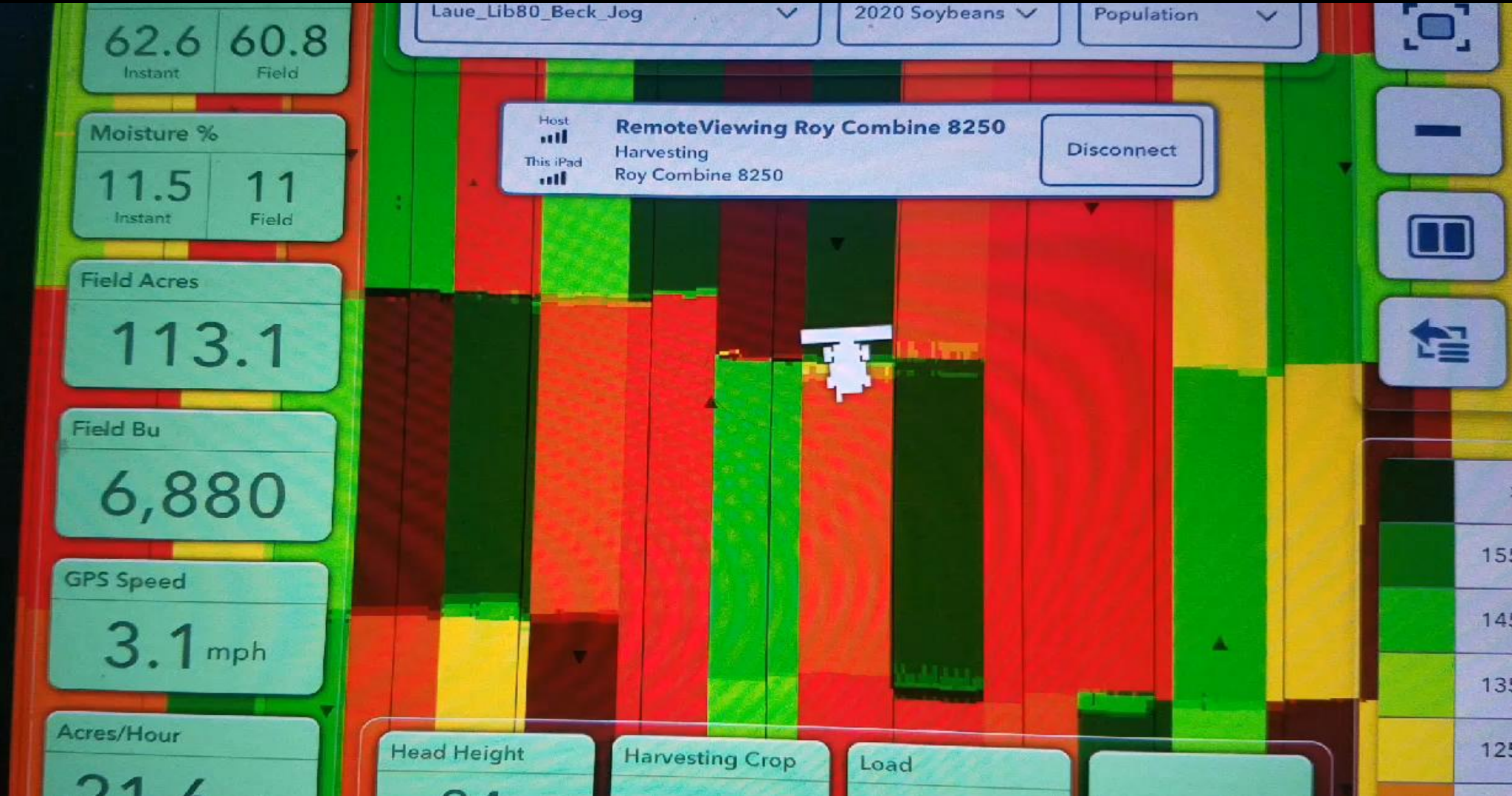


Lors de la récolte, un moniteur de rendement est utilisé pour enregistrer les rendements sur l'ensemble du champ :



données de rendement

Collecte de données de rendement lors de la récolte :





Afrique du Sud



Des partenaires de DIFM dans le monde entier travaillent sur les OFPE et sur une cyber-infrastructure OFPE.

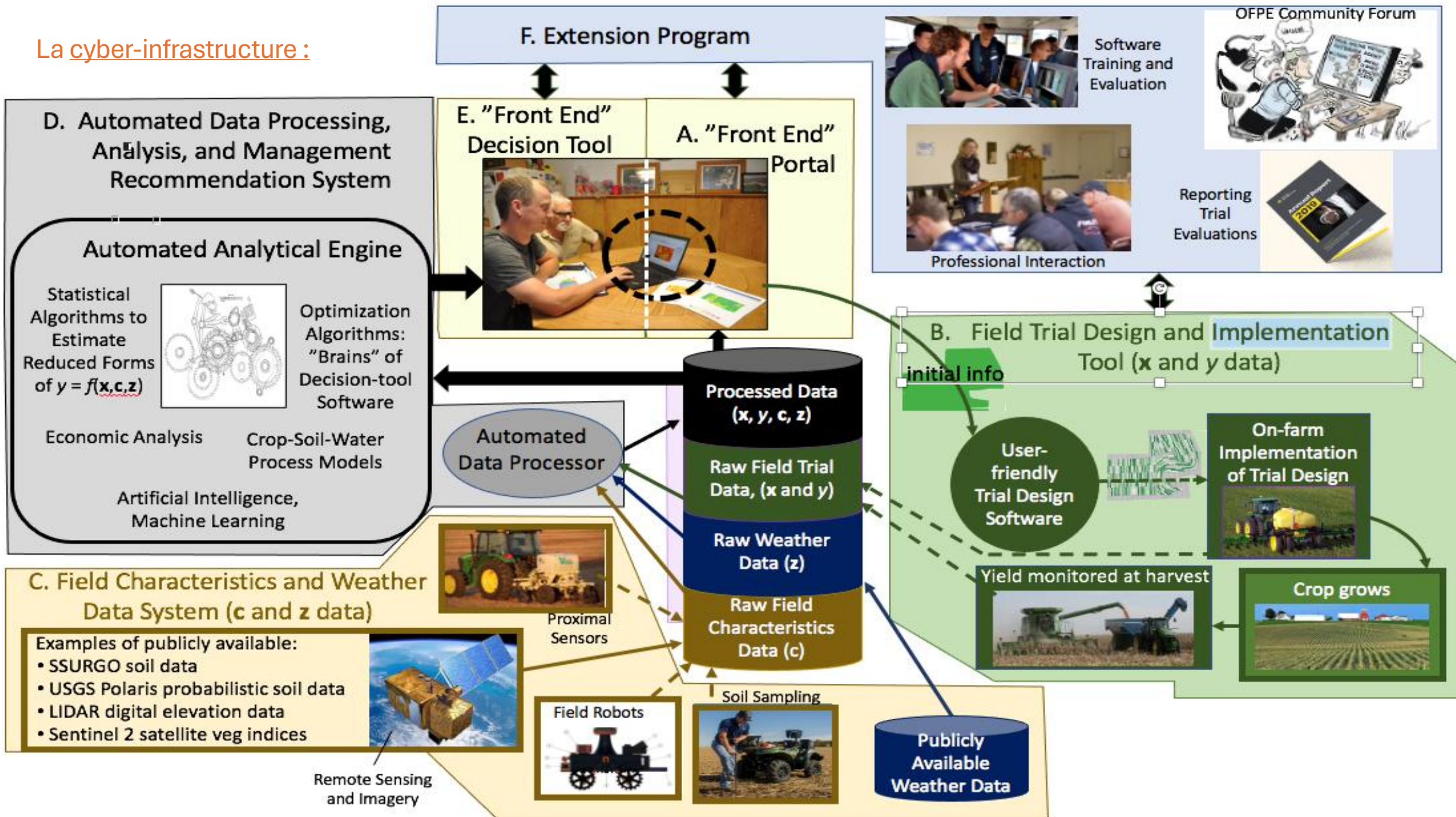
Goulot d'étranglement : Tous les agriculteurs ne peuvent pas engager un expert pour faire des analyses avancées sur les données de l'OFPE.



DIFM développe une « cyber-infrastructure » gratuite pour permettre aux chercheurs, au personnel de terrain, aux conseillers agricoles et aux agriculteurs eux-mêmes de concevoir leurs propres essais et d'en analyser les données. Vous pouvez y accéder à l'adresse suivante :

<https://difm.farm>.

La cyber-infrastructure :



Démonstration : Avec difm.farm, tout le monde peut :

- Créer des « fichiers de forme » pour des essais à la ferme
- Obtenir de l'aide pour mettre les projets d'essai « en terre »
- Téléverser, traiter, gérer les données
- Créer des rapports qui présentent les implications dans le monde réel.

- Téléverser, traiter, gérer les données

La cyber-infrastructure difm.farm est dotée d'un *moteur de traitement des données* qui reconnaît et supprime automatiquement les mauvaises données, puis « empile et emballe » les bonnes données.

« Empilage-emballage » de données dans des unités d'observation géographique :

200.5 ● rendement

133.6 ● azote appliqué

34.1 ● taux de plantation

0.15 ● mesure du calcium par échantillonnage

12.7 ● valeur d'électro-conductivité

BgB ● Type de sol SSURGO

187.2 ● rendement

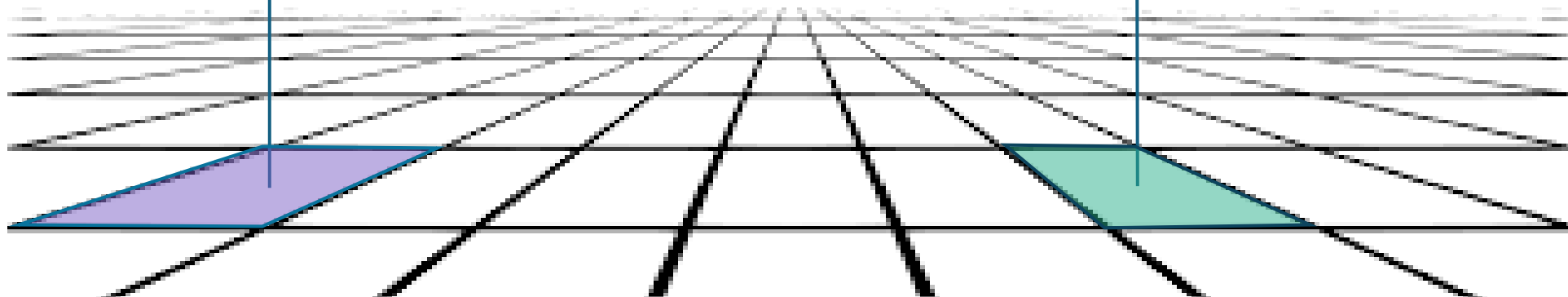
199.2 ● azote appliqué

29.1 ● taux de plantation

0.27 ● mesure du calcium par échantillonnage

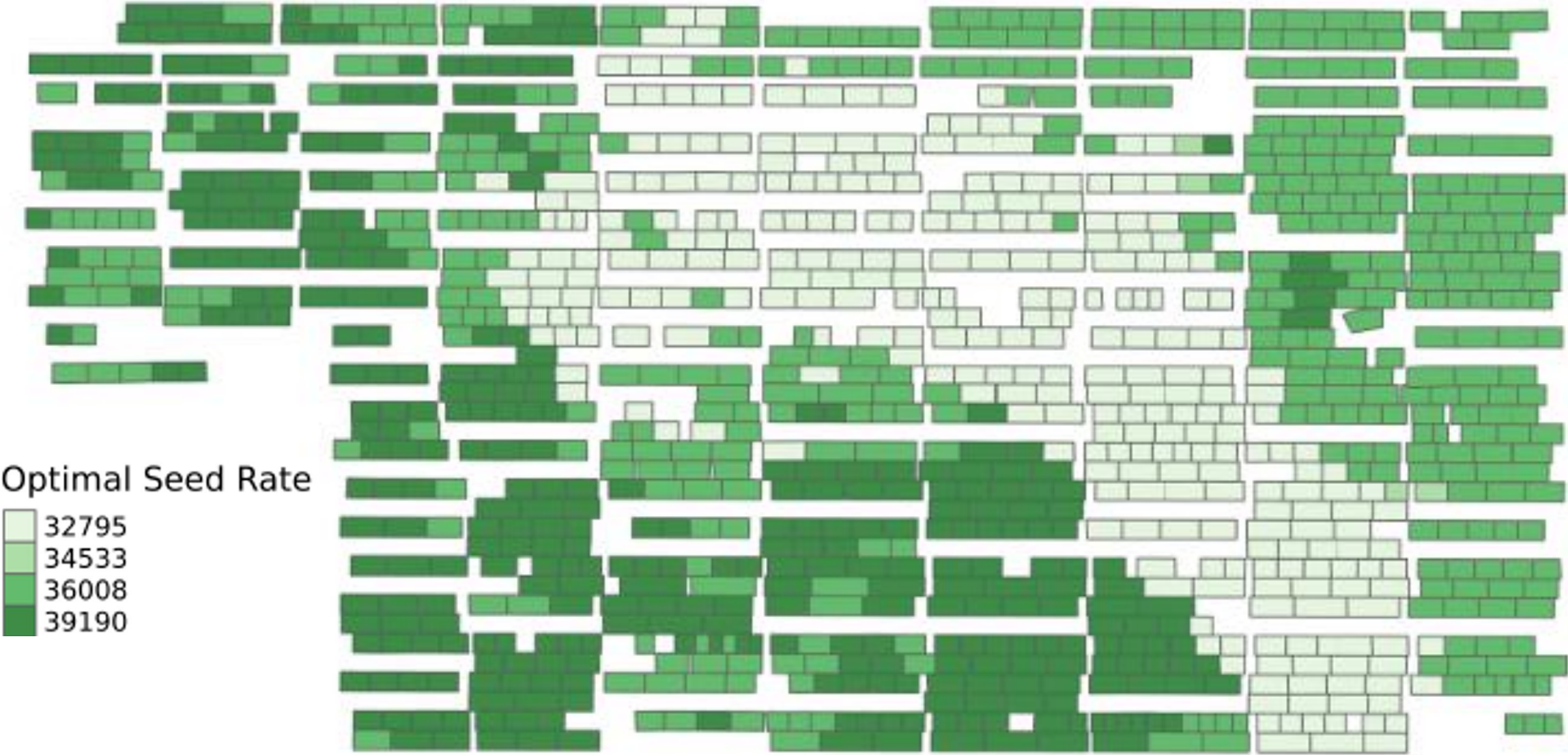
13.7 ● valeur d'électro-conductivité

TrA ● Type de sol SSURGO



- Créer des rapports qui discutent des implications de l'analyse des données dans le monde réel.

Recommandations de gestion spécifiques au site

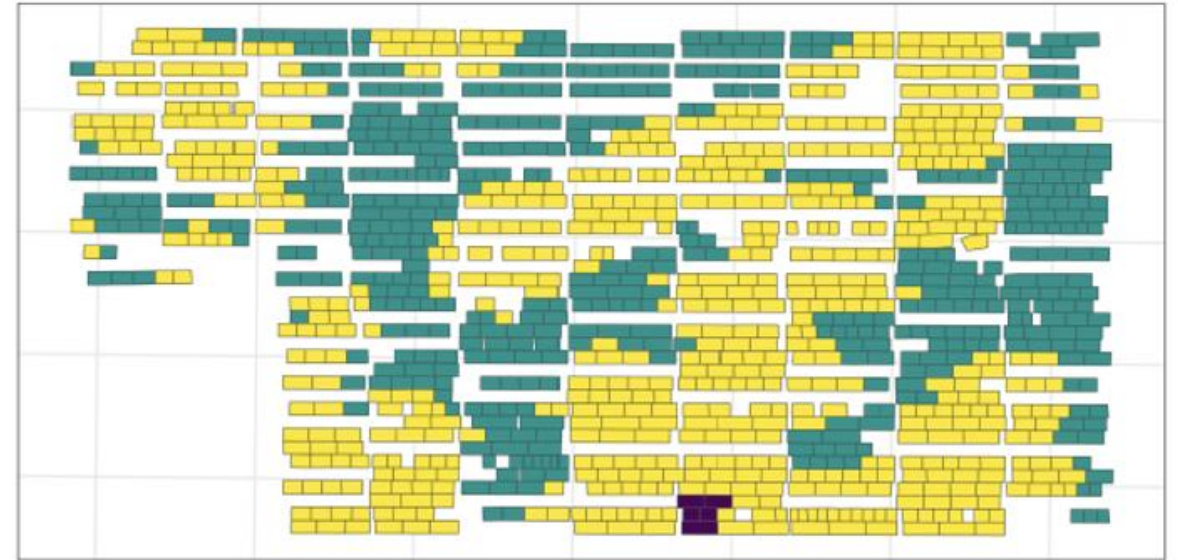


Le moteur analytique recherche les caractéristiques du terrain qui affectent la gestion optimale, et le système de rapport automatique illustre ces relations.

Mean Yields and Profit on Drummer silty clay loam
(44% of field)



Mean Yields and Profit on Flanagan silt loam
(56% of field)

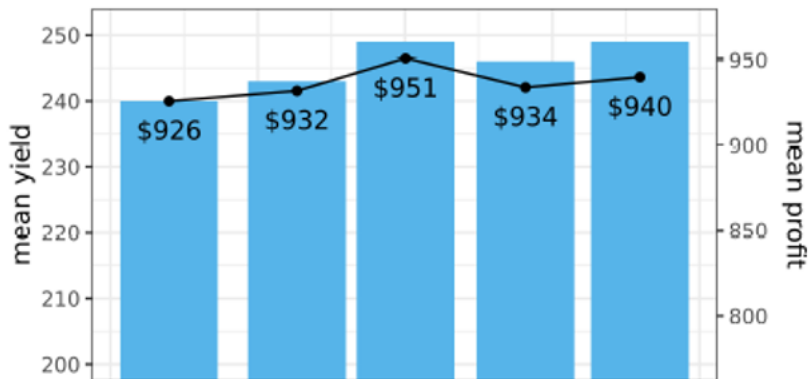


Type de sol

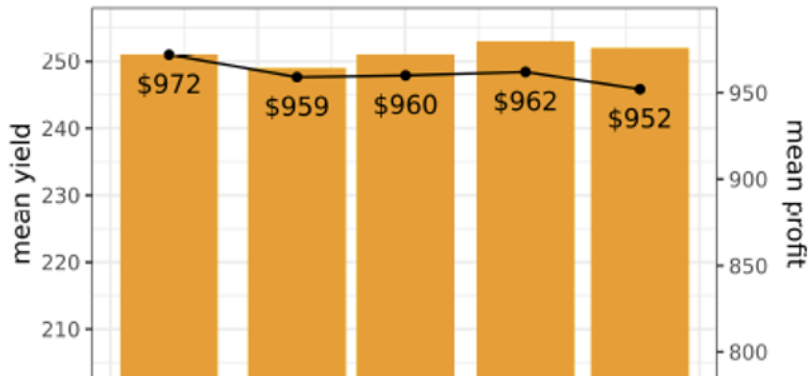
- Loam argilo-silteux Drummer
- Loam silteux Flanagan

Yield and profit response to seeding strategy by elev level

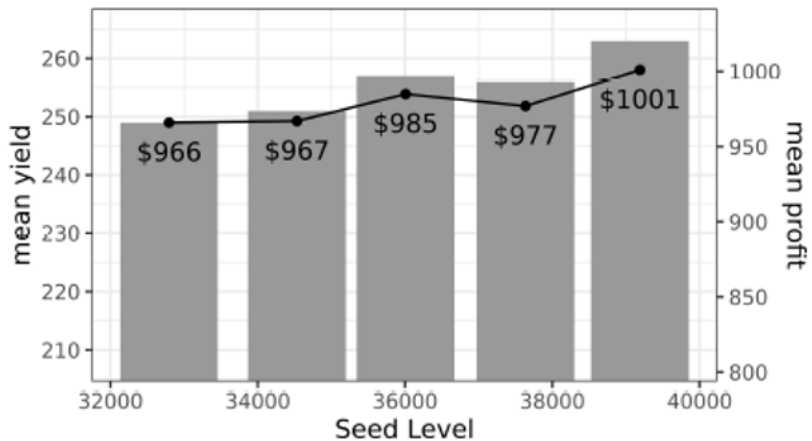
Mean Yields and Profit on Low elev



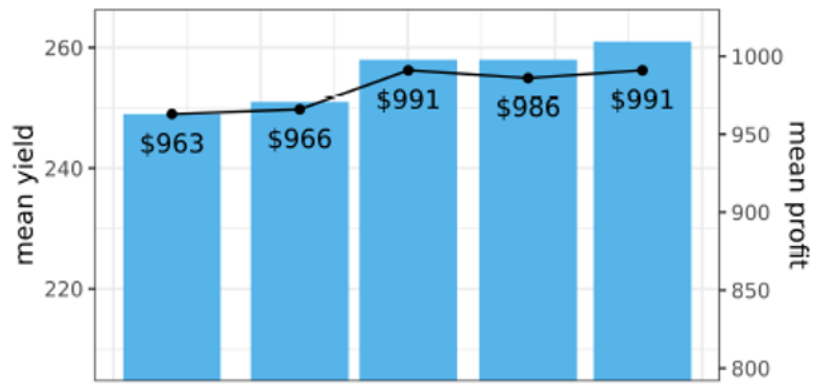
Mean Yields and Profit on Medium elev



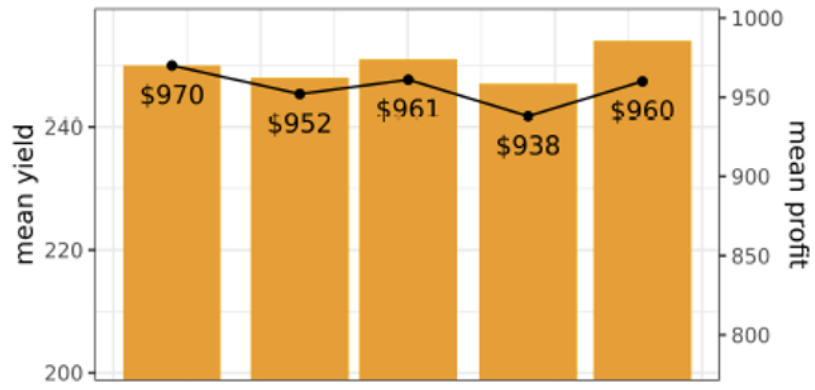
Mean Yields and Profit on High elev



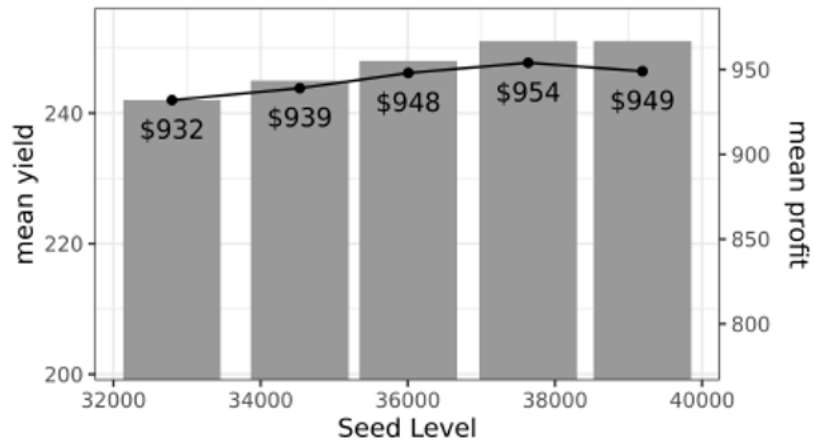
Mean Yields and Profit on Low slope



Mean Yields and Profit on Medium slope



Mean Yields and Profit on High slope



Profit and yield response to seeding strategy by slope level



slope level ■ Low slope ■ Medium slope ■ High slope

Et surtout, l'utilisation de difm.farm est gratuite ! DIFM a reçu plus de 9 M\$ de subventions du ministère américain de l'agriculture. La mission de DIFM est d'aider les agriculteurs et leurs conseillers du monde entier à promouvoir une production agricole plus rentable et plus durable.

Sécurité et propriété des données

- Les fermes sont propriétaires de leurs données. DIFM ne vendra ni ne donnera vos données sans votre autorisation.
- Les données sont sécurisées dans une cyber-infrastructure de type Oracle.
- DIFM se réserve le droit d'utiliser vos données à des fins de recherche académique. Votre ferme restera anonyme.