



Colloque agriculture numérique et
robotique agricole –

**Des avancées bien réelles
14 février 2018**

Présentations PowerPoint

[Pratiquer l'agriculture à l'aide de robots](#)

Simon Blackmore, Ph.D., professeur, directeur de l'Agricultural robotics, Harper Adams University, Angleterre

[L'utilisation pratique des technologies numériques sur une ferme biologique à grande échelle](#)

Jofroi Desperrier-Roux, B.Sc., agronome, producteur, Agri-Fusion, Ferme biologique

[Développement d'un tracteur autonome sarcleur](#)

Marc-Antoine Legault, M.Sc.A., professionnel de recherche, chef d'équipe programme ARION, Institut du véhicule innovant (IVI)

[Des nouveaux capteurs aux tracteurs intelligents](#)

Viacheslav Adamchuk, Ph.D., professeur associé, Université McGill

[Comment la robotique et d'autres technologies de l'agriculture de précision ont changé le travail à notre ferme](#)

Guillaume Cloutier, B.Sc., agronome, producteur, Ferme Delfland

Gabriel Van Winden, B.Sc., agronome, producteur, Ferme Delfland

Pratiquer l'agriculture à l'aide de robots

Professeur Simon Blackmore Twitter : ProfSBlackmore
Responsable de la robotique agricole

simon.blackmore@harper-adams.ac.uk

www.harper-adams.ac.uk

www.agri-epicentre.com

Directeur du National Centre for Precision Farming

NCPF.harper-adams.ac.uk



Harper Adams
University



National Centre for
Precision Farming



European Union
European Regional
Development Fund



AGRIEPICENTRE
Engineering • Precision • Innovation

Université Harper Adams



- Fondée en 1901 par Thomas Harper Adams
- Cultures, animaux, aliments, terres et génie
- Environ 2 500 étudiants
- Département de génie
 - Environ 300 étudiants, 20 chercheurs, 10 techniciens
 - Génie agricole
 - Génie automobile (hors route)
 - Génie mécanique
 - MSc en génie mécatronique appliqué
- Recherche en agriculture robotique


Harper Adams
University



THE **SUNDAY TIMES**
GOOD UNIVERSITY GUIDE 2017
MODERN UNIVERSITY OF THE YEAR

THE **STUDENT EXPERIENCE SURVEY 2016-2017** FIRST PLACE
TEF Gold
BRUNNEN **AWARDS 2017** WINNER



THE **QUEEN'S ANNIVERSARY PRIZES**
FOR HIGHER AND FURTHER EDUCATION
2017

National Center for Precision Farming



- Formation, développement et essai des drones agricoles
- Tracteur autonome
- Désherbage au laser et application par microgouttelettes
- Ensemencement et pulvérisation robotiques
- Phénotypage et dépistage d'organismes nuisibles par robotique
 - Robot de dépistage sous couvert
- Tondeuse autonome
- Cueillette robotisée de fraises
- Robot pour phénotypage des pâturages
- Projet « Hectare mains libres »

Agricultural Engineering Precision Innovation Centre (Agri-EPI)

- Société privée installée à l'université Harper Adams
- Investissement du gouvernement à hauteur de 18 millions de livres (*env. 31,5 millions \$CAD*) dans de nouveaux centres satellites pour développer l'agriculture de précision
- Aide le secteur agroalimentaire du R.-U. à développer des technologies avancées capables d'accroître la productivité et durabilité.
- R.-D. interentreprises et entre l'entreprise et l'université
- Le centre a des centres satellites dans les universités d'Édimbourg, Harper Adams et de Cranfield.
- 27 fermes satellites dotées d'instruments
- 130 entreprises commerciales collaboratrices
- Projet FEDER* pour faciliter l'innovation (Marchés LEP)

*Fonds européen de développement régional



www.agri-epicentre.com



L'agriculture de demain?

- Identifier les faiblesses du système agricole actuel
 - L'agriculture moderne consomme trop d'énergie
 - Du carburant pour endommager et restaurer les sols chaque année
 - Des produits chimiques coûteux gaspillés en manquant la cible, et causant de la pollution
 - De grosses machines et des pratiques à grande échelle endommagent les sols
 - Compactage et décompactage des sols chaque année
 - La culture intensive contribue à la perte en matière organique des sols
 - La croissance par économies d'échelle arrive à sa fin
 - Les machines ont grossi de plus en plus en raison des frais liés aux conducteurs, mais elles sont aujourd'hui à leur taille maximale
 - Les grosses machines sont bonnes uniquement pour les grands champs; les plus petits champs ne peuvent les utiliser



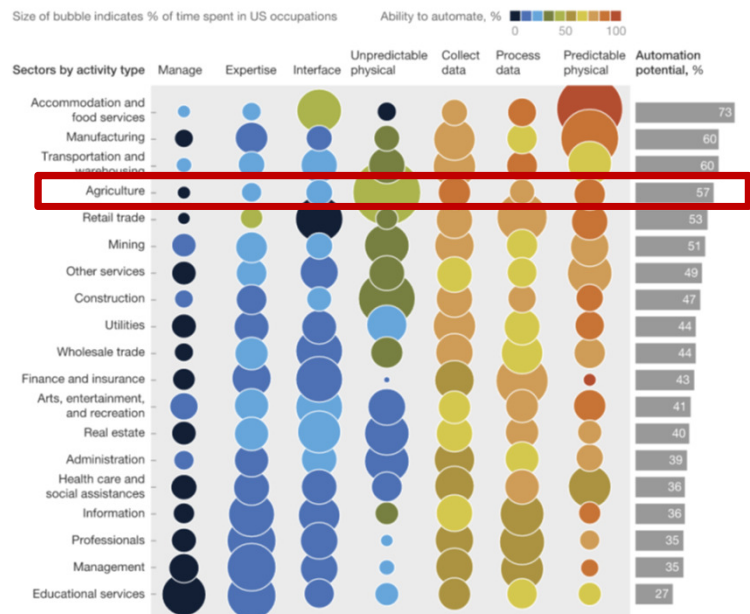
L'agriculture de demain?

- Moteurs de changement
 - Une alimentation plus durable pour une population mondiale en croissance
 - Amélioration de la viabilité économique à la ferme
 - Volonté de réduire l'impact environnemental
 - Législation resserrée dans l'Union européenne (UE) et au R.-U.
 - Hausse des prix de l'énergie
 - Plus d'instabilité des conditions météorologiques induite par les changements climatiques
 - Plus de concurrence en raison des prix mondiaux des aliments
- La production agricole doit devenir plus flexible et efficiente
 - Intrants ciblés numériquement

Tendances à venir

- L'agriculture possède un potentiel d'automatisation de 57 %

Automation potential varies across sectors and specific work activities.



McKinsey & Company | Source: US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

La « tempête du siècle » dans l'agriculture au R.-U., après le BREXIT

- Aucune subvention à la production
 - Coupures des subventions agricoles, comme en N.-Z.
- Politiques pour restreindre la main-d'œuvre de l'UE
 - Pas de cueilleurs saisonniers
 - Salaires plus élevés pour attirer des travailleurs britanniques
- Dévaluation de la livre sterling (£)
 - Bon pour nos exportations
 - Mauvais pour nos intrants importés
- Durabilité amoindrie
 - Les producteurs plantent moins désormais
 - Les producteurs déplacent des cultures pour profiter d'une main-d'œuvre bon marché
- Soulagement technologique
 - Certaines tâches peuvent être automatisées
 - Réduction importante des coûts de production
 - Potentiel de réalisation au R.-U.
 - Passage de l'agriculture de précision à l'agriculture robotique

Systemes d'exploitation agricole

- Similaires actuellement à une chaîne de production industrielle
 - Maximisation de la production (rendement)
 - De gros tracteurs effectuent le même travail partout
 - Fondés sur une application uniforme de l'énergie (engrais, pulvérisation, etc.)
- Nécessité de passer à un mode de fabrication plus flexible
 - Réagir aux changements en temps réel en fonction des conditions présentes
 - Météo, croissance, prix, législation, mesures incitatives
 - Utiliser plus d'informations
 - Maximiser les marges brutes
 - Gérer les risques
 - Minimiser l'impact environnemental
 - Automatisation

Économies d'échelle

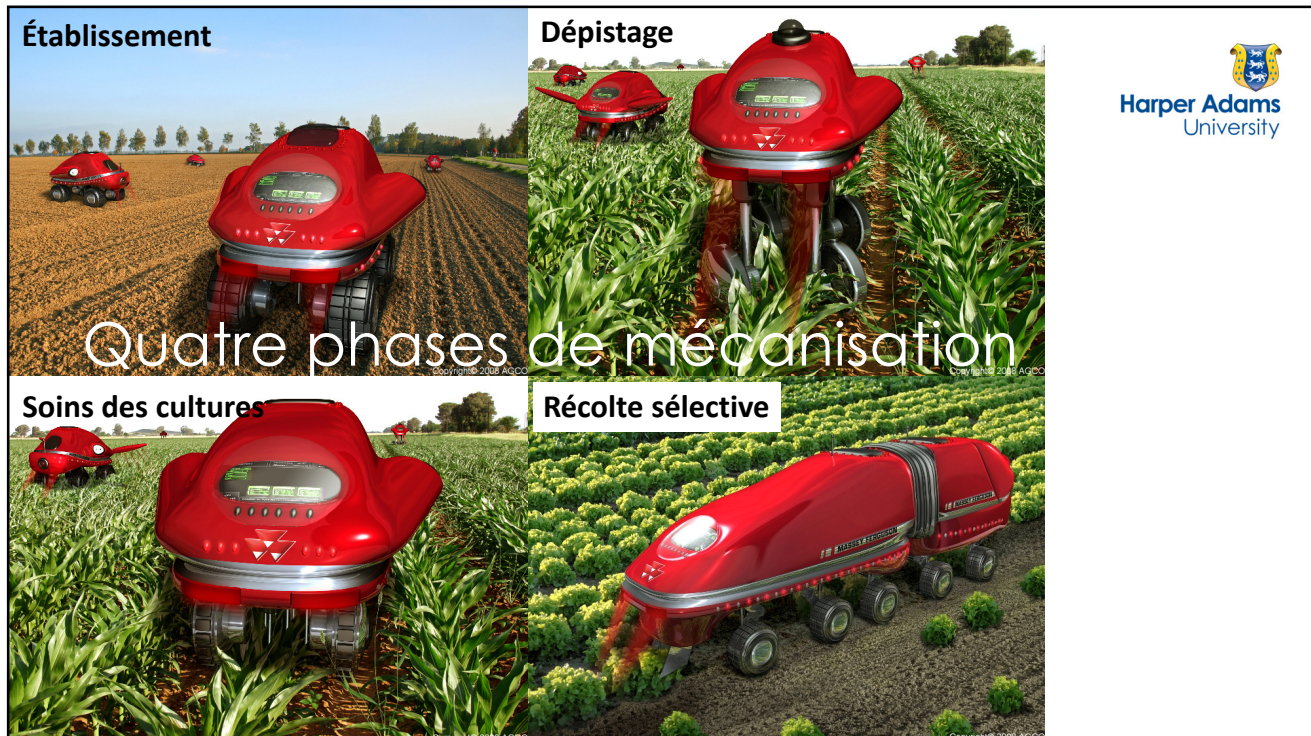
- Gros tracteurs et gros équipements
 - Accélèrent le rythme de travail et réduisent les économies d'échelle
 - Frais liés aux conducteurs
 - Coût et temps par hectare
 - Important investissement en capital
 - **Taille maximale atteinte** en raison des tunnels ferroviaires
 - Finies les économies par des économies d'échelle plus importantes
 - Bons pour les grands champs; inutilisables dans des champs plus petits
 - **Les fermes et les champs de taille petite à moyenne ont le plus grand potentiel pour une production accrue, avec une technologie appropriée**

Limites des grosses machines

- Un seul format pour tous les travaux?
 - Les gros tracteurs effectuent souvent de petits travaux
 - Exploitent rarement toute leur puissance
- Jouets pour garçons
 - Les gros tracteurs brillants sont toujours impressionnants
 - Les petits robots intelligents sont aussi amusants!
- Besoin de résultats rapides selon une prophétie autoréalisatrice
 - Une période de travail réduite nécessite une grosse machine, mais plus la machine est grosse, plus la période de travail se contracte.
 - La puissance n'est pas utile lorsque le problème se trouve dans le poids
- Nous ne pouvons pas changer les sols ou les conditions météorologiques, mais nous pouvons changer le tracteur

Compactage

- Jusqu'à 90 % de l'énergie destinée à la culture sert à réparer les dommages causés par de grosses machines
- Dommages répétés d'année en année
 - Charrue/dommages, charrue/dommages, ...
- Coût économique du compactage en Angleterre et au pays de Galles : env. 0,4 milliard de livres sterling (env. 0,7 milliard \$CAD) par année (Morris et al., université de Cranfield, 2011)
- Si nous n'endommageons pas les sols en premier lieu, nous n'avons pas à les restaurer
- La flore et la faune indigènes dans les sols produisent la structure idéale pour les sols (laissons les vers faire le travail)
- Passer à une agriculture à circulation contrôlée et à des machines ultra légères



Semoir robotique

- Ultra léger, aucune force de traction
 - Aucun compactage agronomique
 - Ensemence quelle que soit la météo
- Microtravail du sol
 - Cultive pour chaque position individuelle de semences
- Applique des méthodes d'ensemencement verticales ou rotatives
 - Plantation par perçage du sol
- Ensemencement en profondeur pour profiter de l'humidité
 - Améliore les taux de germination
- Emplacements de plantation permanents
 - Même endroit chaque année

Harper Adams University
Copyright © 2008 AGCO

Robot d'ensemencement ultra léger

- Moins de 40 kPa (6 lb/po²) sous la zone de contact
- **Ne cause aucun dommage agronomique même à la capacité au champ**
- Capable d'ensemencer, peu importe la météo



Dépistage/surveillance

- Le robot travaille avec les agronomes en leur soumettant des données en temps quasi réel à la grandeur de la ferme
- Véhicule terrestre sans pilote (UGV)
 - Robots pour le phénotypage
 - Essais sur des cultures pour évaluer de nouveaux génotypes
 - Robots pour le dépistage
 - Mesures agronomiques ciblées
- Véhicule aérien sans pilote (UAV)
 - **Technique rapide d'évaluation**
 - Imagerie en haute résolution
 - Visible : couvert végétal, taux de croissance, repérage des accumulations d'eau, émergence tardive, zones de mauvaises herbes, dommages causés par des animaux, déséquilibre nutritif
 - Non visible : NDVI (Indice de végétation par différence normalisée), thermique, multispectral
 - Détecteur limité par le poids et la puissance

Agricultural Drone Centre

- Fait partie du National Centre for Precision Farming
- Collabore avec :
 - L' Autorité de l'aviation civile
 - Le Chemical Regulation Directorate (Direction de la réglementation des produits chimiques)
 - Bon nombre d'entreprises de drones
- Laboratoire d'essais de pulvérisation qui certifie des drones pour effectuer des pulvérisations au Royaume-Uni.

Dépistage : robot Dionysos

- Robot de dépistage/surveillance pour les vignobles
- Construit par les étudiants à la maîtrise en génie de l'université Harper Adams pour l'université d'Athènes
- Architecture logicielle pour robots agricoles
- Caméra thermique pour évaluer le statut d'irrigation
- Caméra multispectrale pour évaluer le statut nutritif
- Radar laser (LIDAR) pour évaluer l'étendue et la densité du couvert

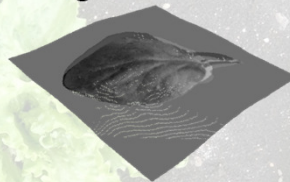


Robot de dépistage sous couvert

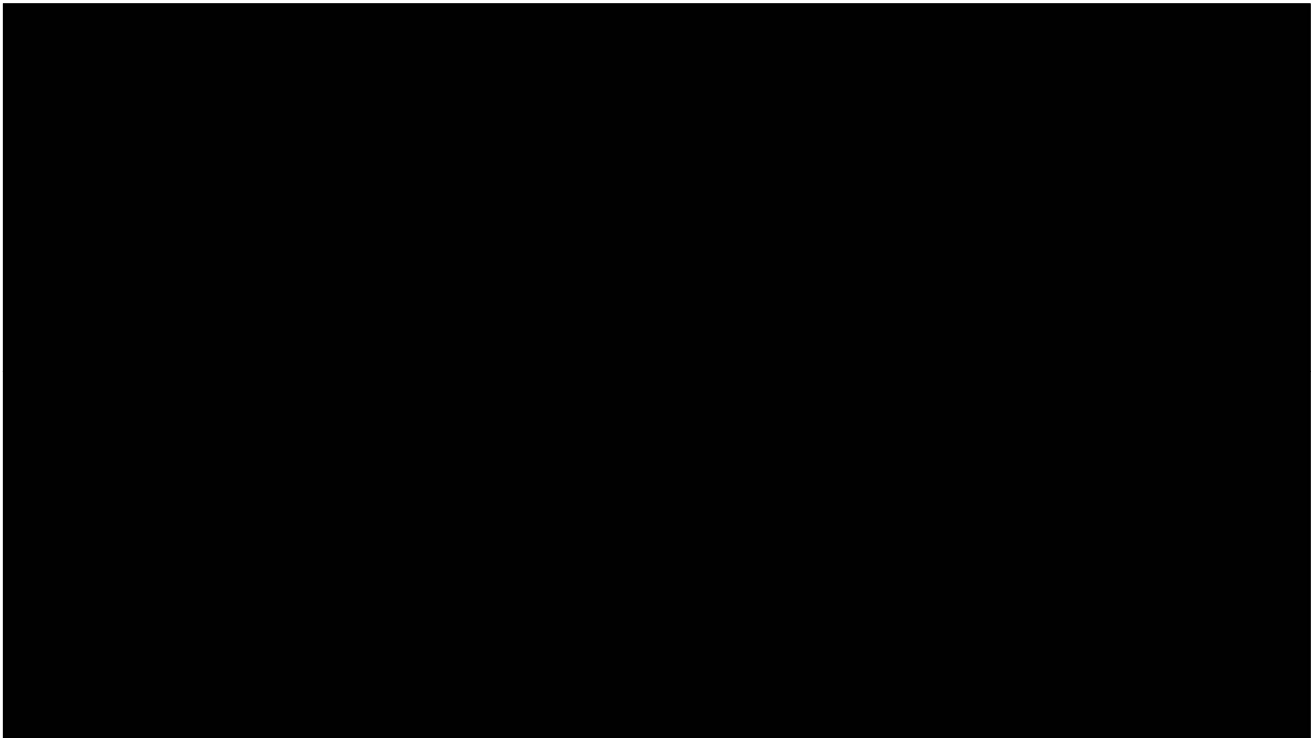


Désherbage robotisé

- Coûts du désherbage manuel évalués à 2 000 livres sterling par hectare (env. 3 500 \$CAD/ha – à salaire égal)
- 80 % des graminées nuisibles au R.-U. résistent aux herbicides
- Discussions en vue d'interdire l'utilisation du glyphosate
 - Ne pas interdire l'utilisation du glyphosate, interdire plutôt le pulvérisateur non intelligent qui gaspille le produit chimique
 - Appliquer le produit chimique directement sur la feuille cible
- 10 ans et 250 millions de dollars pour de nouveaux ingrédients actifs (sans résultat)
- Autres méthodes de désherbage physique
 - Désherbage mécanique
 - Pulvérisation de microgouttelettes
 - Désherbage au laser à partir d'imagerie 3D







Tracteur autonome



Du GPS à l'essai d'orientation par radar laser

Récolte sélective

- **Entre 20 et 60 % des cultures récoltées ne sont pas de qualité vendable**
- Récolter uniquement la partie de la culture qui a toutes les caractéristiques nécessaires à la vente
 - Récolte progressive, ensemencement de remplacement immédiat
- Évaluation préalable de la qualité et la quantité de la récolte
 - **Classement / emballage / tri au point de récolte**
 - **Ajouter de la valeur aux produits à la ferme**
 - Classifier les produits en fonction de la qualité
 - Taille, goût sucré, maturité, durée de conservation, protéines, etc.
 - Réduire au minimum le classement et le tri en dehors de la ferme
 - **Ajouter de la valeur aux produits à la ferme**



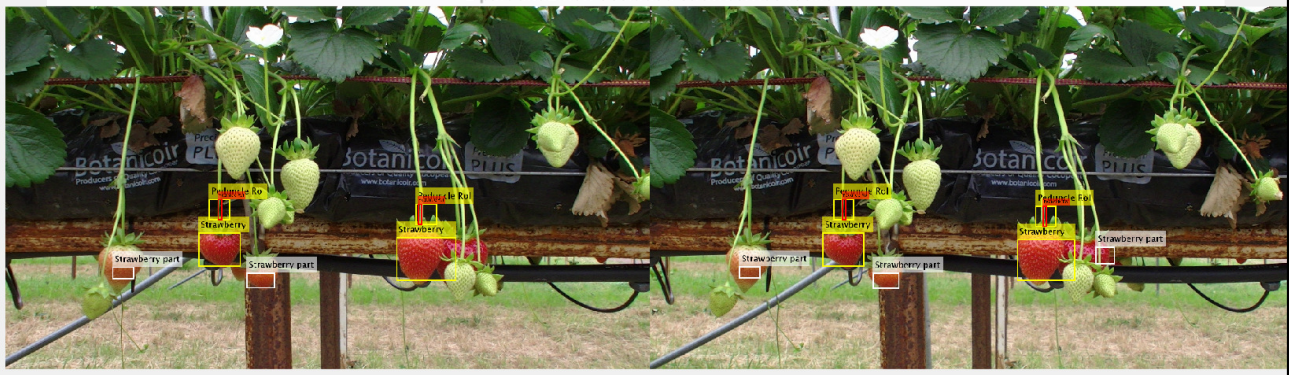


Récolte sélective et classement des fraises



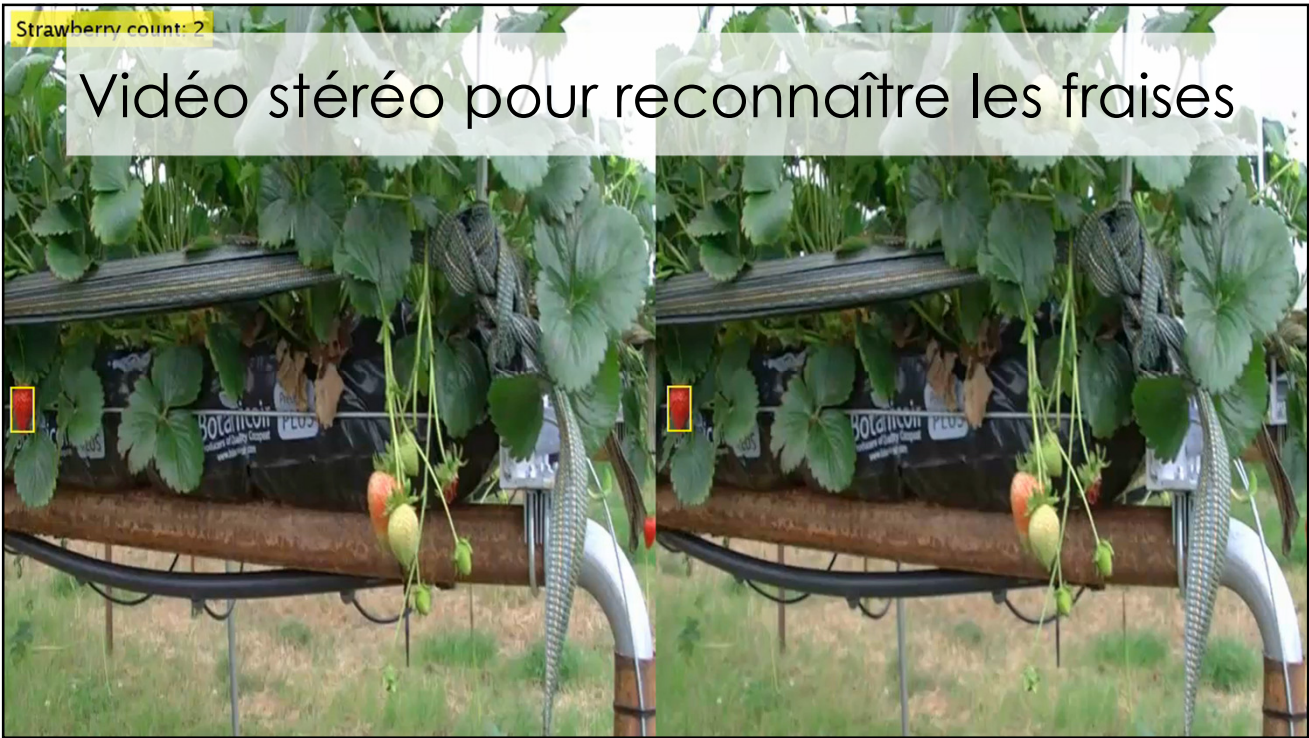
- Vision RVB (Rouge-Vert-Bleu) et stéréo (repère la couleur et la taille des fruits, la position 3D du pédoncule)
- Infrarouge proche (NIR) pour le goût sucré, la durée de conservation, la qualité
- Emballage au point de récolte

2 part and 2 non occluded strawberries found

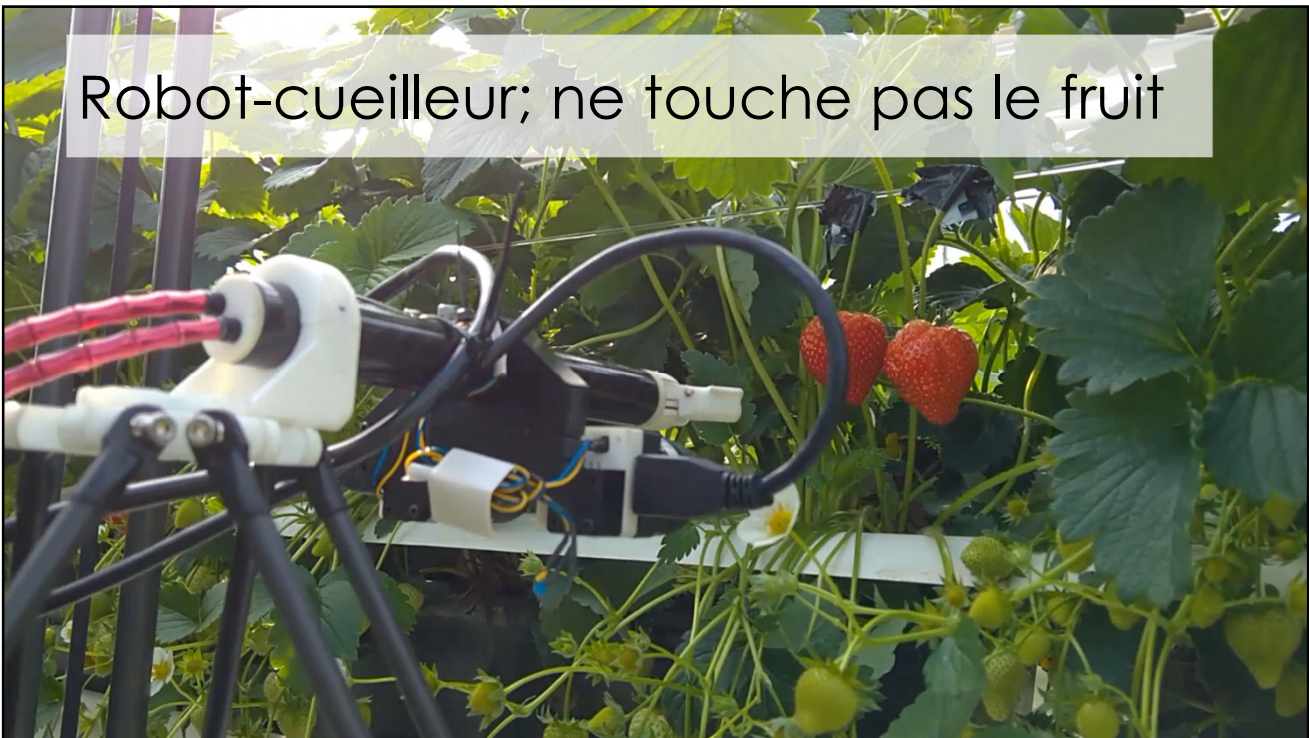


Strawberry count: 2

Vidéo stéréo pour reconnaître les fraises



Robot-cueilleur; ne touche pas le fruit



Projet « Hectare mains libres »

- Produire la première culture automatisée au monde
- Cultiver un hectare d'orge de printemps sans que personne n'aille dans les champs
- Culture sondée et échantillonnée par un drone
- Sols échantillonnés par un robot
- Labourage et pulvérisation par un tracteur-robot
- Récolte par une moissonneuse-batteuse robot
 - 3,5 tonnes d'orge destinée à être transformée en bière « robotique »!

Conclusion

- Les robots mobiles serviront commercialement, en premier lieu, dans le domaine horticole
- Nous travaillons avec deux entreprises en démarrage à la recherche de capital de risque
- Les robots seront très dérangeants, mais ils offriront des bénéfices importants
- Le rendement accru suivra par l'amélioration dans les petits champs
- Nous sommes à concevoir de nouveaux systèmes et tentons d'en comprendre les répercussions
- Les partenariats nous intéressent toujours

Hypothèses erronées à propos de l'agriculture robotique



- Les robots ne sont utiles que pour les grands champs
 - Les grands champs disposent de gros équipements très efficaces
 - Les petits champs ne peuvent être exploités avec la même efficacité
 - Les petits robots peuvent augmenter l'efficacité dans les petits champs
- Les robots coûteront trop cher
 - Les gros tracteurs actuels nécessitent un investissement de l'ordre de 100 milliers de livres et plus (*env. 175,2 \$CAD*) que les fermiers paient déjà, sans compter les salaires des conducteurs
 - Le coût d'un robot se situera entre 20 et 50 milliers de livres (*env. 35 à 87,6 milliers de \$CAD*) et ne nécessitera pas de « conducteur »

Hypothèses erronées à propos de l'agriculture robotique



Suite...

- Les robots réduiront l'utilisation de la main-d'œuvre rurale
 - Les gros tracteurs ont déjà réduit l'utilisation de la main-d'œuvre à la ferme par rapport à ce qu'elle était il y a 70 ans
 - Nous aurons encore besoin d'un gérant de ferme pour planifier les tâches
 - Un agronome sera encore nécessaire, mais il pourra profiter de meilleures données saisies en temps réel
 - Le conducteur de tracteur aura besoin de nouvelles compétences pour devenir un opérateur de robot
 - La main-d'œuvre saisonnière sera réduite de manière importante

Hypothèses erronées à propos de l'agriculture robotique



- Les robots feront tout
 - Les robots seront utiles dans des domaines précis, comme le désherbage et le dépistage
 - Les gros tracteurs avec conducteur à bord seront encore nécessaires pour les travaux routiers et la logistique lourde
- Les robots ne sont pas sécuritaires
 - Le nouveau système comporte sept niveaux de sécurité
 - On parle de voitures sans conducteur sur les routes, pourquoi pas les tracteurs?
 - Une personne est toujours aux commandes des robots à l'aide d'un téléphone intelligent
- Les robots sont trop complexes et nécessiteront un opérateur possédant un doctorat
 - Un robot de bonne conception devrait être aussi facile à utiliser qu'un téléphone intelligent
 - Bond technologique
 - Capacités d'intelligence numérique intégrées
- Les robots sont pour demain, pas pour aujourd'hui
 - Pourquoi pas maintenant?

Les robots en tant que service, non en tant que produit



- Modèle d'affaires traditionnel
 - Fabriquer un produit et le vendre
 - Par exemple, un herbicide
 - Perte de contrôle après la vente
 - Se prête à une mauvaise utilisation
- Nouveau modèle d'affaires
 - Vendre un service avec produit intégré
 - Par exemple, l'éradication des mauvaises herbes
 - Peut utiliser toute technologie (comme le désherbage au laser)
 - Rétroaction en continu sur le produit et son utilisation
 - Mise à jour facile



Utilisation Pratique des Technologies Numériques sur une Ferme Biologique à Grande Échelle

Jofroi Desperrier Roux, agr.

Agri-Fusion 2000
Ferme Biologique



Résumé de la présentation

- La Ferme Agri-Fusion
- Le numérique à la ferme
- Les systèmes de guidage en général
- Les systèmes de guidage par caméra
- Les prochaines étapes



Ferme Agri-Fusion

- Plus de 2600ha en céréales et légumes biologiques
- Plus grandes marges de profits
- Acquisition d'équipements à la fine pointe de la technologie
- Essentiel à une production bio à grande échelle



- A
- S



- S
- e
- age
- que

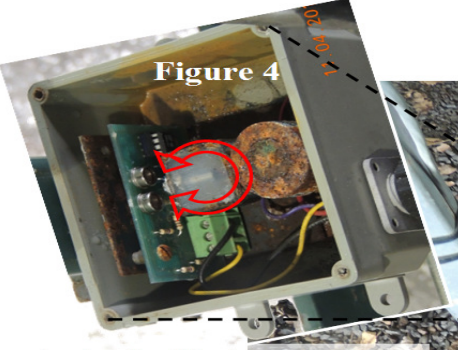


Figure 4

Les deux tiges d'aluminium (Figure-3 – en rouge) font pivoter un axe auquel sont fixés deux capteurs optiques (Figure-4) qui transmettent le signal du mouvement approprié et qui permet d'actionner les disques de direction montés à l'arrière du sarcleur (Figure-3b)



Figure 3b

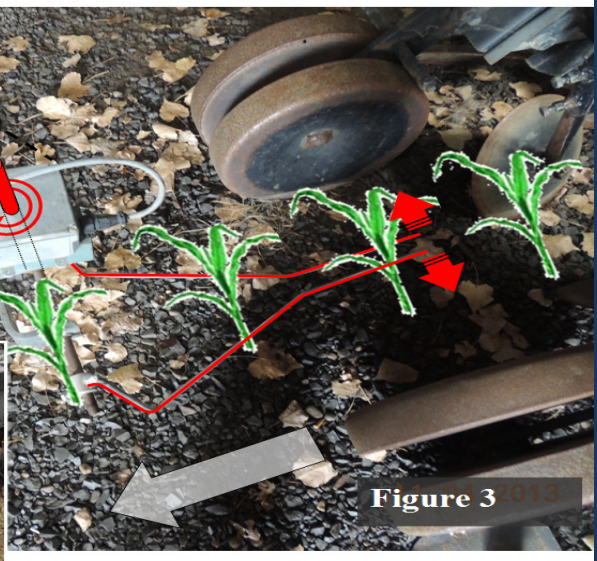


Figure 3

- Sy
- Fa
- l'éc
-
- Ac
- (A
-
-



- S
- A
- éc
- N
-



a
ck
ck
1



La prochaine étape

- Les robots sarcleurs
- Tracteurs autonomes
- Tracteurs électriques



MERCI!



Institut du véhicule innovant

PORTE-OUTILS AGRICOLE AUTONOME

SURVOL DES ACTIVITÉS R&D EN COURS

TRACTION ÉLECTRIQUE ET HYBRIDE

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

INTELLIGENCE VÉHICULAIRE

PRÉSENTÉ PAR

Marc-Antoine Legault, Ing. M.Sc.A.

14 février 2018

ivisolutions.ca



John Deere AutoTrac™ Controller



OPERATOR'S MANUAL
John Deere AutoTrac Controller
OMPPF12060 ISSUE B2 (ENGLISH)

CALIFORNIA
Proposition 65 Warning
Diesel engine exhaust and some of its constituents are known to the State of California to cause cancer, birth defects, and other reproductive harm.

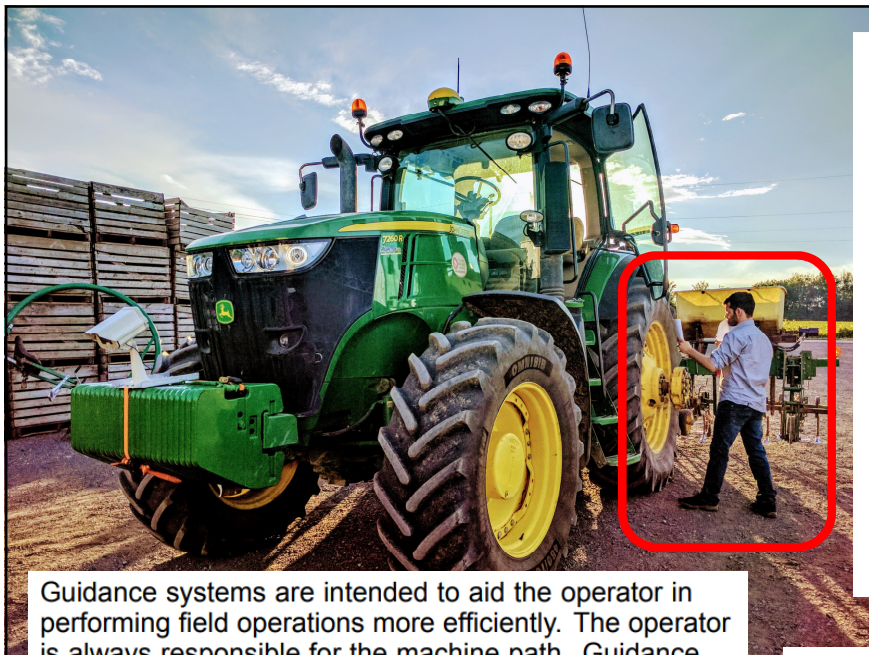
If this product contains a gasoline engine:
WARNING
The engine exhaust from this product contains chemicals known to the State of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm.

The State of California requires the above two warnings. Additional Proposition 65 Warnings can be found in this manual.

John Deere Ag Management Solutions
(This manual replaces OMPC21568)
Worldwide Edition
©2017 John Deere



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



John Deere AutoTrac™ Controller



OPERATOR'S MANUAL
John Deere AutoTrac Controller
OMPPF12060 ISSUE B2 (ENGLISH)

CALIFORNIA
Proposition 65 Warning
Diesel engine exhaust and some of its constituents are known to the State of California to cause cancer, birth defects, and other reproductive harm.

If this product contains a gasoline engine:

WARNING
The engine exhaust from this product contains chemicals known to the State of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm.

The State of California requires the above two warnings. Additional Proposition 65 Warnings can be found in this manual.

John Deere Ag Management Solutions
(This manual replaces OMPG21566)
Worldwide Edition
PRINTED IN THE U.S.A.



Guidance systems are intended to aid the operator in performing field operations more efficiently. The operator is always responsible for the machine path. Guidance systems do not automatically detect or prevent collisions with obstacles or other machines.

CAUTION: While AutoTrac is activated, operator is responsible for steering at end of path and collision avoidance.

Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

PLAN DE PRÉSENTATION

1. L'IVI ET LE PROGRAMME ARION
2. PROJET AGRICOLE
3. OBJECTIF TECHNIQUE
4. MOTIVATIONS
5. VEILLE TECHNICO-COMMERCIALE
6. PROCESSUS DE CONCEPTION
7. CONCEPTION PRÉLIMINAIRE



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

PLAN DE PRÉSENTATION

1. L'IVI ET LE PROGRAMME ARION
2. PROJET AGRICOLE
3. OBJECTIF TECHNIQUE
4. MOTIVATIONS
5. VEILLE TECHNICO-COMMERCIALE
6. PROCESSUS DE CONCEPTION
7. CONCEPTION PRÉLIMINAIRE



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

L'INSTITUT DU VÉHICULE INNOVANT

- **Mission:** Supporter les entreprises et organisations dans le domaine de la recherche appliquée, du développement, de la validation et de l'implémentation de technologies véhiculaires innovantes.
- **Domaines d'expertise:** électrification et automatisation des transports
- **Organisation à but non lucratif reconnu comme centre de R&D par les différentes instances gouvernementales**
- **IVI emploie 25 personnes (15 ingénieurs)**
- **Membre de deux réseaux importants:**

Tech-Access Canada

Trans-tech 49 centres
1300 experts
LE RÉSEAU DES CCTT Partout au Québec



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



PROGRAMME ARION

DE QUOI S'AGIT-IL?

Par la réalisation de projets de démonstration, accompagner les PME québécoises dans l'acquisition d'un savoir-faire et d'expériences terrain sur les véhicules autonomes hors route pour que, elles aussi, puisse offrir ce nouveau type de produit dans leur offre commerciale.



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

PROGRAMME ARION

SECTEURS D'ACTIVITÉS

Véhicules autonomes électriques / hybrides pour applications hors route:

- Agriculture
- Manutention industrielle
- Transport lourd spécialisé
- Transport de personnes

 **ELMEC**  **ARTIX**



 **MECFOR**

 **FPInnovations**



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

PROJET AGRICOLE

SECTEURS D'ACTIVITÉS

Véhicules autonomes électriques / hybrides pour applications hors route:

- Agriculture



- Manutention industrielle



- Transport lourd spécialisé



- Transport de personnes



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

OBJECTIF TECHNIQUE

Développer un porte-outil agricole autonome apte à effectuer des tâches de désherbage mécanique pour les cultures maraîchères, et ce de manière sécuritaire, efficace et non invasive .



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



PLAN DE PRÉSENTATION

1. L'IVI ET LE PROGRAMME ARION
2. PROJET AGRICOLE
3. OBJECTIF TECHNIQUE
4. MOTIVATIONS
5. VEILLE TECHNICO-COMMERCIALE
6. PROCESSUS DE CONCEPTION
7. CONCEPTION PRÉLIMINAIRE



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

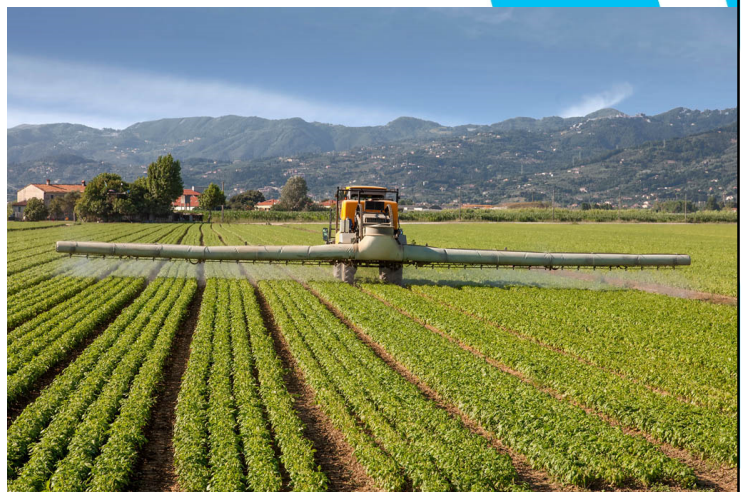
ARTIX

MOTIVATIONS

RÉDUIRE L'USAGE D'AGENTS CHIMIQUES / FAVORISER CULTURE BIOLOGIQUE



Source: radio-canada.ca / la semaine verte



Source: www.europarl.europa.eu



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

ARTIX

MOTIVATIONS

RÉDUIRE L'USAGE D'AGENTS CHIMIQUES / FAVORISER CULTURE BIOLOGIQUE

Espèce envahissante: Amarante de Palmer

- Croisse 5 à 7 cm par jour
- Peut atteindre 2 m
- Devenue résistante au Glyphosate (Round-Up)
- Grandes cultures des É.-U. et du Canada atteintes

Source: radio-canada.ca / la semaine verte

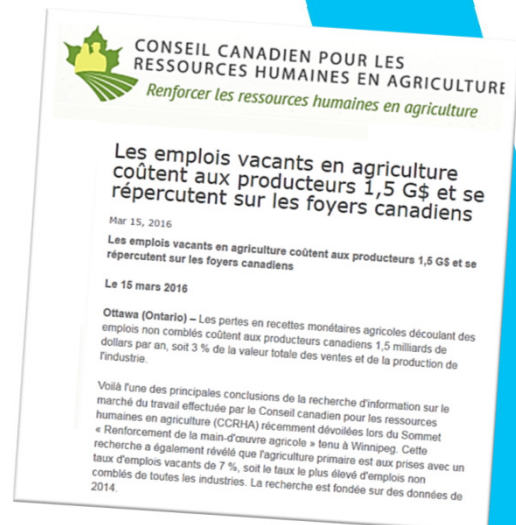


MOTIVATIONS

PÉNURIE DE MAIN D'OEUVRE

- Taux d'emplois vacants: 15%
- Écart entre offre et demande d'emploi:
 - 2004: 30 100 (7.6%)
 - 2014: 59 200 (14.7%)
 - 2025: 114 000 estimé

<http://www.cahrc-ccrha.ca/fr/les-emplois-vacants-en-agriculture-co%C3%BBtent-aux-producteurs-15-g-et-se-r%C3%A9percentent-sur-les-foyers-can>



PLAN DE PRÉSENTATION

1. L'IVI ET LE PROGRAMME ARION
2. PROJET AGRICOLE
3. OBJECTIF TECHNIQUE
4. MOTIVATIONS
5. VEILLE TECHNICO-COMMERCIALE
6. PROCESSUS DE CONCEPTION
7. CONCEPTION PRÉLIMINAIRE



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



EXEMPLES DE PORTE-OUTILS



PROJET AGBOT II
(AUSTRALIE)

EXEMPLES DE PORTE-OUTILS



DINO, NAI0
(FRANCE)



EXEMPLES DE PORTE-OUTILS



ANATIS, CARRÉ
(FRANCE)



EXEMPLES DE PORTE-OUTILS



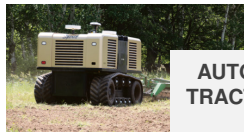
DOT FARMING
(CANADA)



**SWARMFARM
ROBOTICS**
(AUTRALIE)



RIPPA
(AUTRALIE)



**AUTONOMOUS
TRACTOR CORP.**
(É.-U.)



PUMAGRI, SITIA
(FRANCE)



**ROBOTTI ,
AGROINTELL**
(DANEMARK)



**THORVALD II,
SAGA ROBOTICS**
(NORVÈGE)

CASE I.H.
(É.-U.)



**DEEP FIELD
ROBOTICS, BOSCH**
(ALLEMAGNE)



**GREENBOT
PRECISION MAKERS
B.V.**
(PAYS-BAS)



PLAN DE PRÉSENTATION

1. L'IVI ET LE PROGRAMME ARION
2. PROJET AGRICOLE
3. OBJECTIF TECHNIQUE
4. MOTIVATIONS
5. VEILLE TECHNICO-COMMERCIALE
6. PROCESSUS DE CONCEPTION
7. CONCEPTION PRÉLIMINAIRE



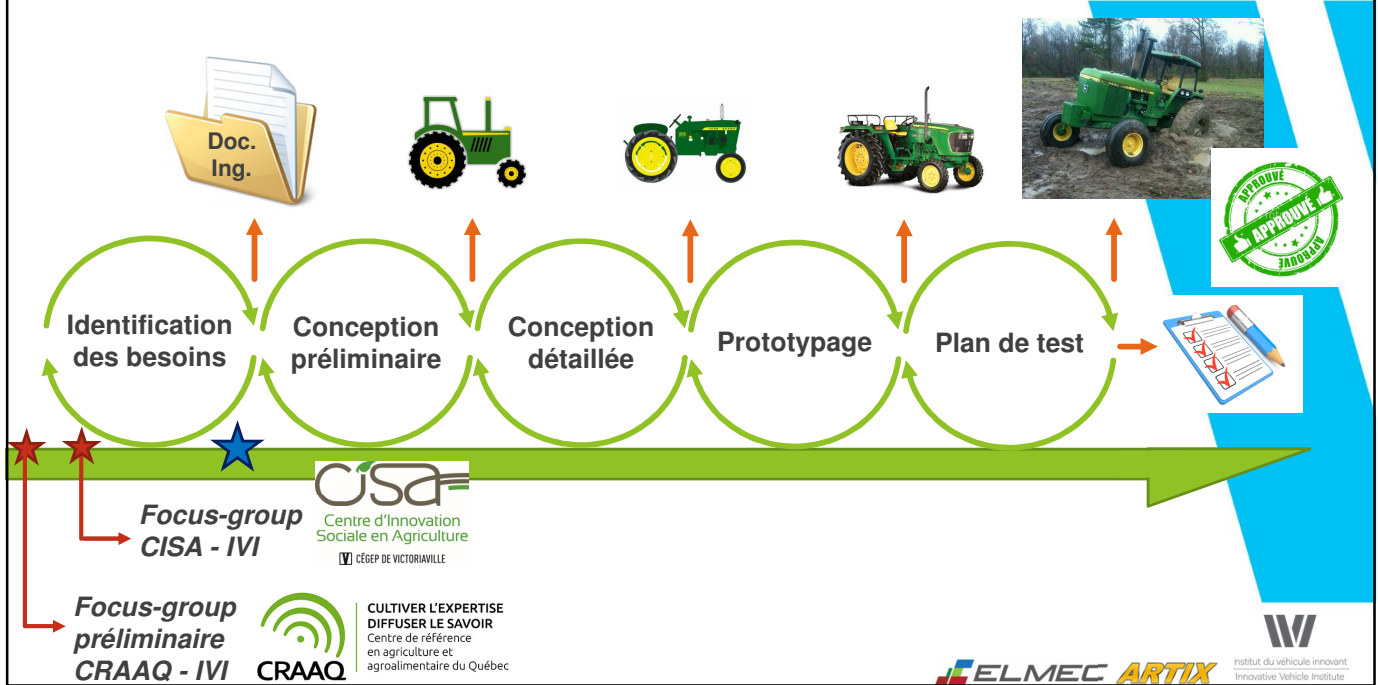
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

ARTIX

PROCESSUS DE CONCEPTION



PLAN DE PRÉSENTATION

1. L'IVI ET LE PROGRAMME ARION
2. PROJET AGRICOLE
3. OBJECTIF TECHNIQUE
4. MOTIVATIONS
5. VEILLE TECHNICO-COMMERCIALE
6. PROCESSUS DE CONCEPTION
7. CONCEPTION PRÉLIMINAIRE



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

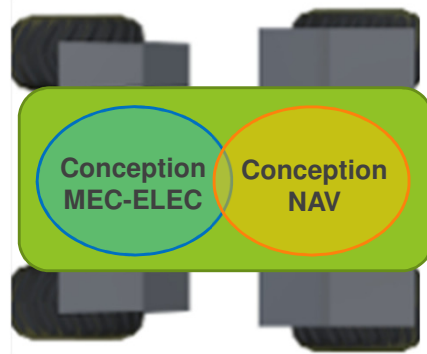


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

DEUX SYSTÈMES À CONCEVOIR



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

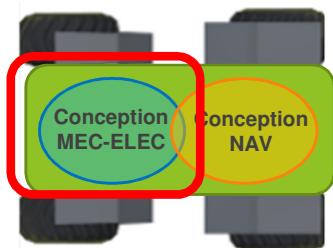


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME ÉLECTROMÉCANIQUE



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

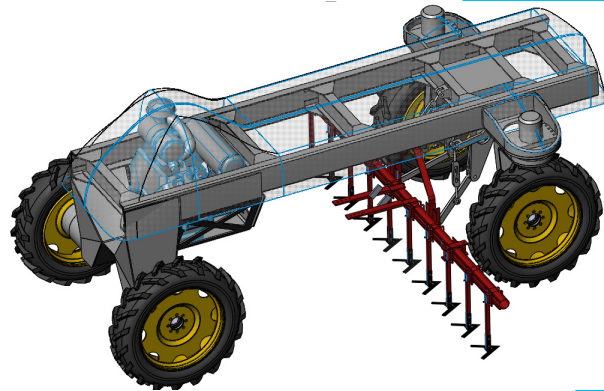
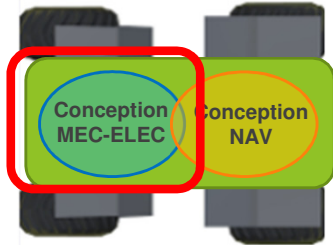


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME ÉLECTROMÉCANIQUE



- Puissance: 30 HP
- 3pts CAT II
- 4 roues motrices
- 4 roues directrices
- Motorisation 100% électrique ou hybride
- Vitesse d'opération: 3 à 10 km/h
- ...



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

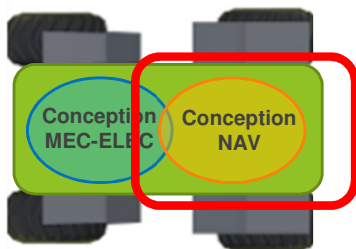


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME DE NAVIGATION AUTONOME



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

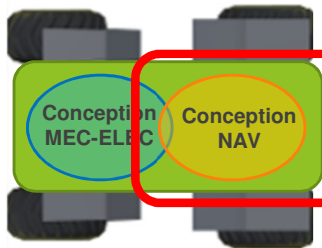


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME DE NAVIGATION AUTONOME: MISE EN OPÉRATION



Très (trop) grand défi si la mise en opération est assumée par l'agriculteur propriétaire de l'équipement...

Et si ELMEC demeurerait propriétaire et opérateur de l'équipement?



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

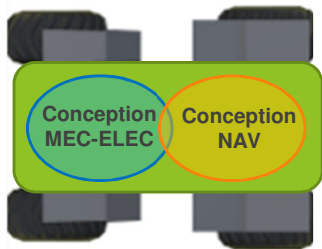


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

RÉFLEXION SUR LE MODÈLE D'AFFAIRE:



Pour vivre des « success story », quel est le meilleur modèle d'affaire?

Vendre un équipement

ou

offrir un service?



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

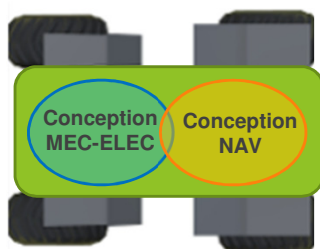


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

RÉFLEXION SUR LE MODÈLE D'AFFAIRE:



*Pour vivre des « success story »,
quel est le meilleur modèle d'affaire?*

Vendre un équipement

ou

offrir un service?



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

*Pour un agriculteur,
qu'est-ce qui fait qu'une technologie est
pertinente et adoptable?*



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

LE PIVOT DÉCISIONNEL DES AGRICULTEURS

Quel facteur est le plus important dans toute prise de décision d'un agriculteur maraîcher?

Le temps!

Qu'est-ce qui motivera un agriculteur à adopter une technologie de sarcler autonome?

Gagner du temps!



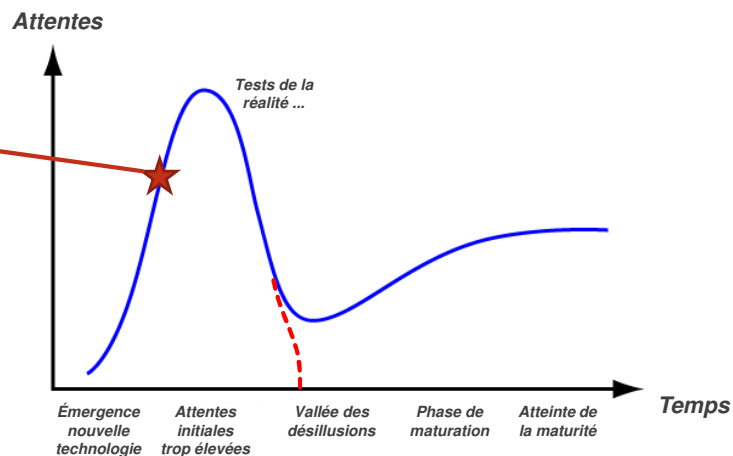
ELMEC ARTIX

W Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

LES PROMESSES DES TECHNOLOGIES... ET LES ATTENTES GÉNÉRÉES

Sommes-nous ici par rapport au tracteur autonome, en tant qu'équipement achetable par les agriculteurs?



W

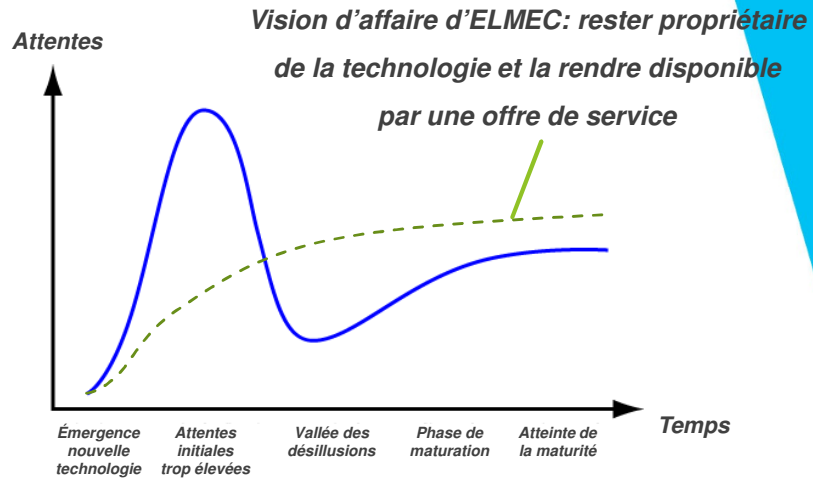
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

ELMEC ARTIX

EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/HYPE_CYCLE

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

LES PROMESSES DES TECHNOLOGIES... ET LES ATTENTES GÉNÉRÉES



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/HYPE_CYCLE

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

CHANGEMENT DE PARADIGME

Objectif commercial d'ELMEC:

offrir un service de sarclage forfaitaire basé sur l'usage d'un système de désherbage autonome.



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

CHANGEMENT DE PARADIGME

Objectif commercial d'ELMEC:

offrir un service de sarclage forfaitaire basé sur l'usage d'un système de désherbage autonome.



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

CHANGEMENT DE PARADIGME

Objectif commercial d'ELMEC:

offrir un service de sarclage forfaitaire basé sur l'usage d'un système de désherbage autonome.



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

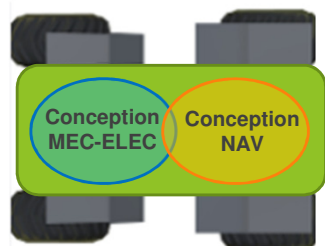


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME MULTI-VÉHICULES



Porte-outils agricole autonome unique

Comment gagner du temps?



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

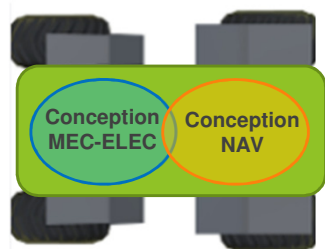


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME MULTI-VÉHICULES: UNE NÉCESSITÉ



Porte-outils agricole autonome unique

Comment gagner du temps?

*Comment déployer 2000 voir 3000 HP
au champ pour effectuer du sarclage?
(sans compacter les sols!)*



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

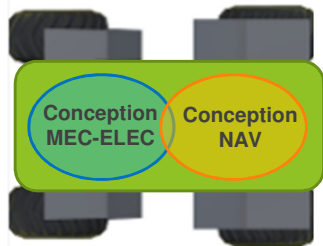


ELMEC

ARTIX

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

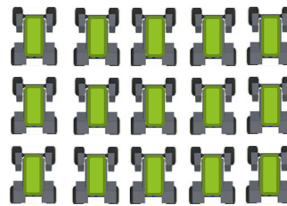
SYSTÈME MULTI-VÉHICULES: UNE NÉCESSITÉ



Porte-outils agricole autonome unique

Comment gagner du temps?

Comment déployer 2000 voir 3000 HP au champ pour effectuer du sarclage? (sans compacter les sols!)

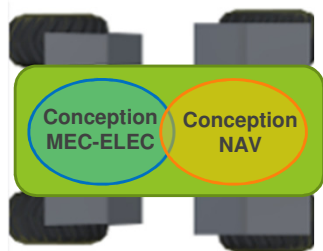


Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

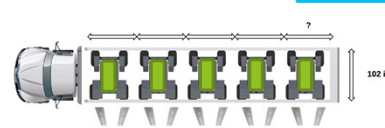


CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

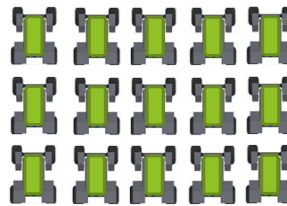
SYSTÈME MULTI-VÉHICULES: UNE NÉCESSITÉ ... AYANT AUSSI DES IMPLICATIONS



Porte-outils agricole autonome unique



Logistique de transport et d'opération

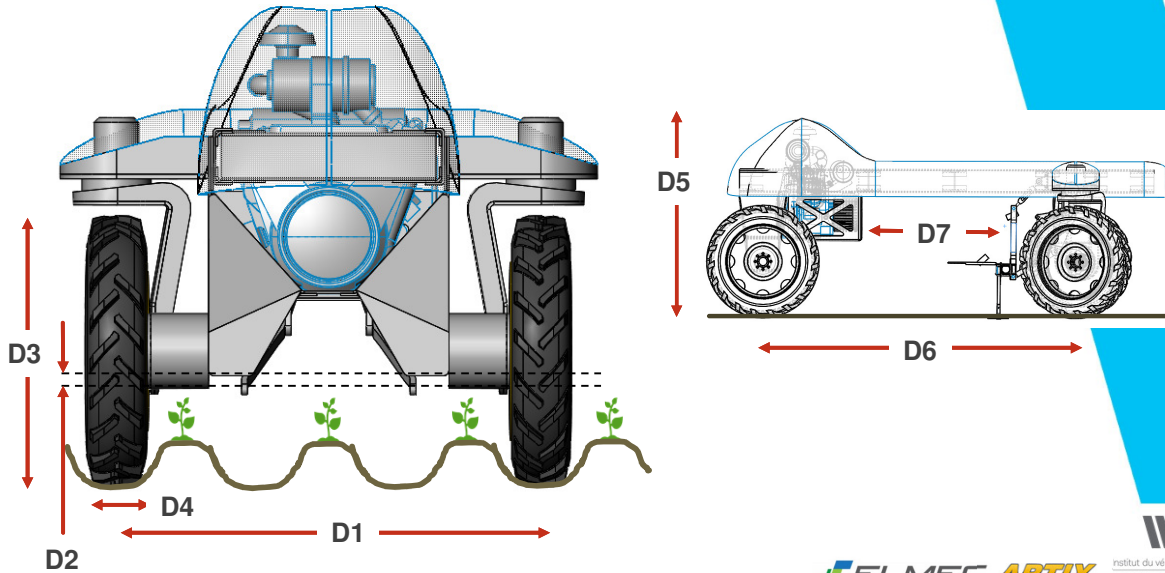


Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

OPTIMISATION REQUISE



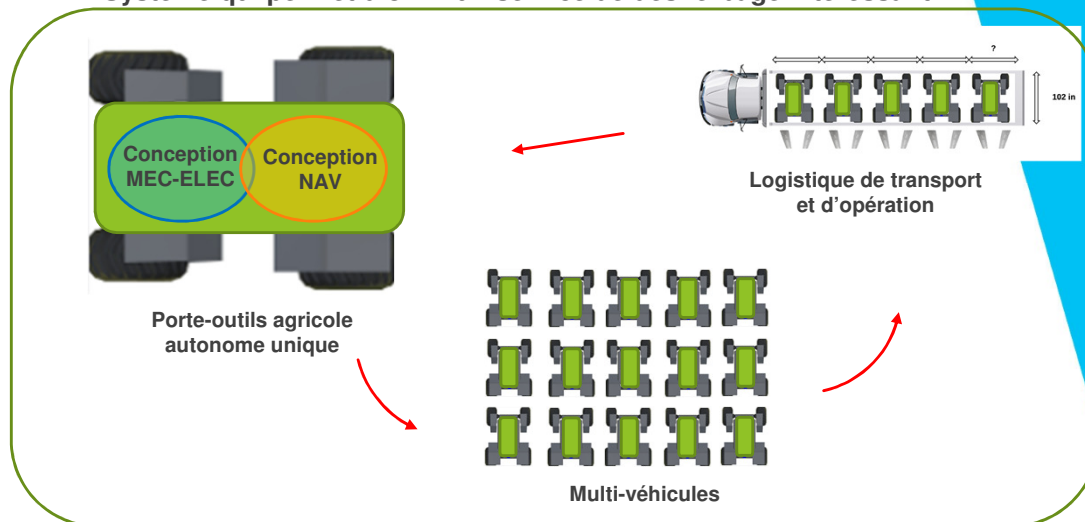
ELMEC ARTIX

W
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME MULTI-VÉHICULES: UNE SOLUTION COMPLÈTE

Système qui permet d'offrir un service de désherbage intéressant



ELMEC ARTIX

W
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

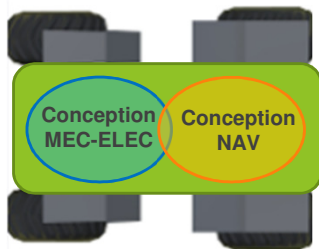
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

VÉHICULE UNIQUE: UN DÉFI TECHNIQUE DÉJÀ « RÉSOLU » (VEILLE)

Une proportion importante des tâches sera exécutée de manière autonome.

80% Autonome, navigation classique

20% intervention humaine



Porte-outils agricole autonome unique



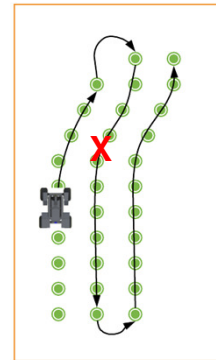
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute



ELMEC

ARTIX

Suivi de trajectoire



Exécution

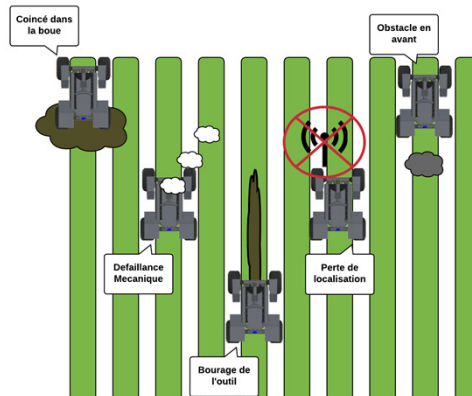
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

VÉHICULE UNIQUE: UN DÉFI TECHNIQUE DÉJÀ « RÉSOLU » (VEILLE)

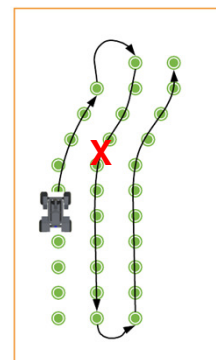
Cependant, des imprévus arriveront nécessairement. Dans le cas d'un seul porte-outil en opération, l'opérateur pourrait se charger de gérer ces imprévus.

80% Autonome, navigation classique

20% intervention humaine



Suivi de trajectoire



Exécution



Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

ARTIX



ELMEC

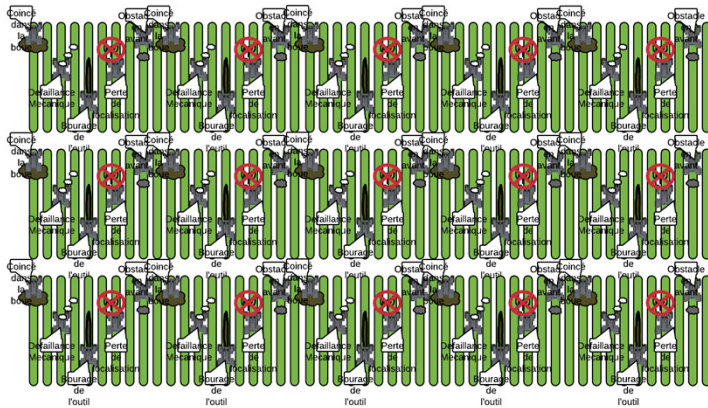
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME MULTI-VÉHICULES: LÀ OÙ EST LE RÉEL DÉFI (ET OPPORTUNITÉS!)

Dans le cas d'une flotte de porte-outils opérant simultanément, si tous les imprévus sont gérés manuellement, la situation pourrait devenir ingérable.

80% Autonome, navigation classique

20% intervention humaine



ELMEC ARTIX

Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SYSTÈME MULTI-VÉHICULES: NÉCESSITÉ DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Nous sommes à créer un agent intelligent (intelligence artificielle) capable de gérer une bonne partie des imprévus pour diminuer la charge sur l'opérateur.

80% Autonome, navigation classique

~~20% intervention humaine~~

80% Autonome, navigation classique

20% Gestion imprévus

15% Intelligence artificielle: gestions d'imprévus

5% Intervention humaine

ELMEC ARTIX

Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

GESTION DES IMPRÉVUS POUR UN SYSTÈME MULTI-VÉHICULES

L'intelligence artificielle devient une nécessité pour maintenir le plan d'affaire viable...

- 60% bourrage de l'outils
 - 20% besoin d'ajustement de l'outil
 - 10% coincé dans la boue
 - 5% bris mécanique
 - 2% obstacles devant
- 3% autres...

15% Agent intelligent des gestions d'imprévus

5% Intervention humaine



ELMEC ARTIX

W
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

GESTION DES IMPRÉVUS POUR UN SYSTÈME MULTI-VÉHICULES

L'intelligence artificielle devient une nécessité pour maintenir le plan d'affaire viable...

- 60% bourrage de l'outils
 - 20% besoin d'ajustement de l'outil
 - 10% coincé dans la boue
 - 5% bris mécanique
 - 2% obstacles devant
- 3% autres...

*Tout un défi
malgré tout...*

15% Agent intelligent des gestions d'imprévus

5% Intervention humaine



ELMEC ARTIX

W
Institut du véhicule innovant
Innovative Vehicle Institute

CONCLUSION

1. L'IVI supporte et accompagne les PME dans leurs projets véhiculaires
2. Les projets de porte-outils agricoles autonomes se multiplient dans le monde
3. Les conditions de succès pour que les porte-outils agricoles autonomes soient utiles à nos agriculteurs sont:
 - a) L'introduction se fera par une offre de service de désherbage forfaitaire
 - b) Le service doit faire gagner significativement du temps aux agriculteurs
 - c) L'intelligence artificielle est nécessaire pour gérer les imprévus inhérents aux tâches agricoles

NOS COORDONNÉES

25 boul. Maisonneuve
Saint-Jérôme, QC
J5L 0A1
450-431-5744

Marc-Antoine Legault, ing., M.A.Sc.
Chef de projet
malegault@ivisolutions.ca





*Colloque agriculture numérique et robotique agricole
(Drummondville, Québec, Canada)*

Des nouveaux capteurs aux tracteurs intelligents

Viacheslav Adamchuk

*Département de génie des bioressources
Université McGill*

14 février 2017



Équipe agriculture de précision et systèmes de capteurs

- Développement de systèmes de détection proximale du sol et des plantes
- Gestion et traitement de données géospatiales
- Applications pratiques de l'agriculture de précision





L'agriculture de précision, c'est...

L'agriculture de précision est un concept de gestion des parcelles agricoles, fondé sur le constat de l'existence de variabilités intra-parcellaires.

Aujourd'hui, l'agriculture de précision s'applique à l'ensemble de la gestion de l'exploitation agricole dans le but d'optimiser le rendement des intrants tout en préservant les ressources.

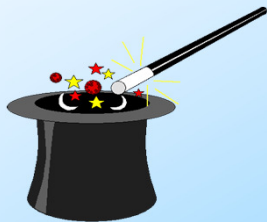
(Wikipédia, 5 octobre 2012, traduit de l'anglais)



L'agriculture de précision n'est pas...

Une solution miraculeuse qui, comme par magie, peut:

- Résoudre instantanément tous vos problèmes de production;
- Transformer la poussière et la roche en sol fertile;
- Faire pleuvoir plus ou moins souvent;
- Faire que la machinerie mal entretenue fasse un bon travail;
- Augmenter la valeur du dollar canadien.



MAIS...

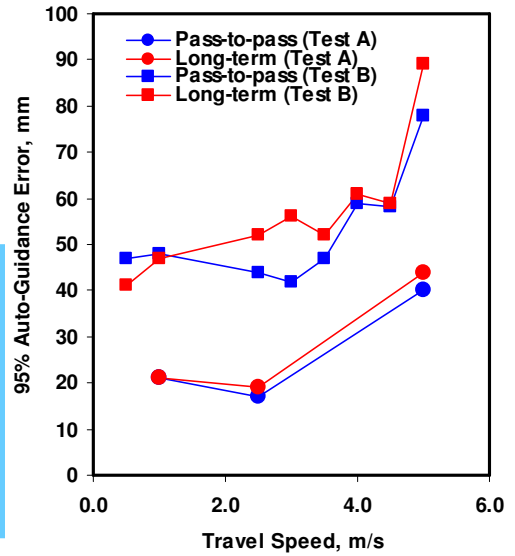
Elle peut aider à **diagnostiquer** certains de ces problèmes et à **valider** qu'ils ont bien été résolus.



Guidage automatique de qualité RTK



ISO 12188-2



Technologie à taux variable



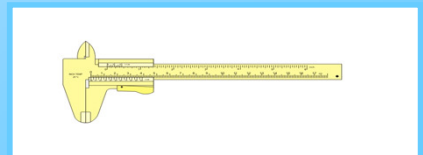
2012



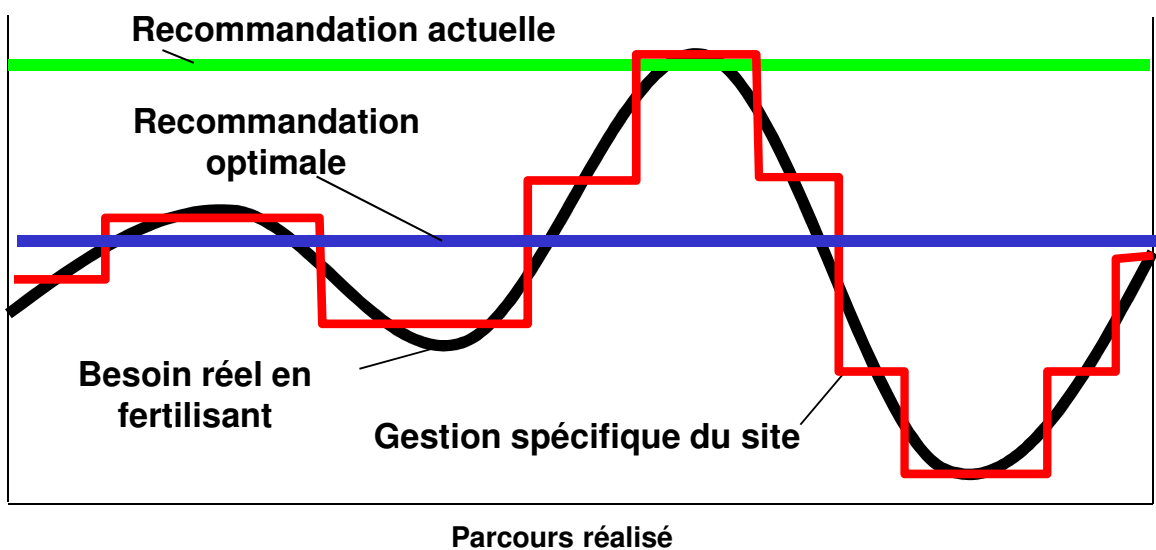


Deux niveaux de contrôle

- **Service-conseil pour définir les besoins spécifiques du site**
 - Cultivar et sol
 - Météo et contexte économique
 - Gestion des risques
- **La technologie à taux variable**
 - Nette différence dans les besoins spécifiques du site
 - Moyens de reconnaître la variabilité
 - Outils d'application modulables

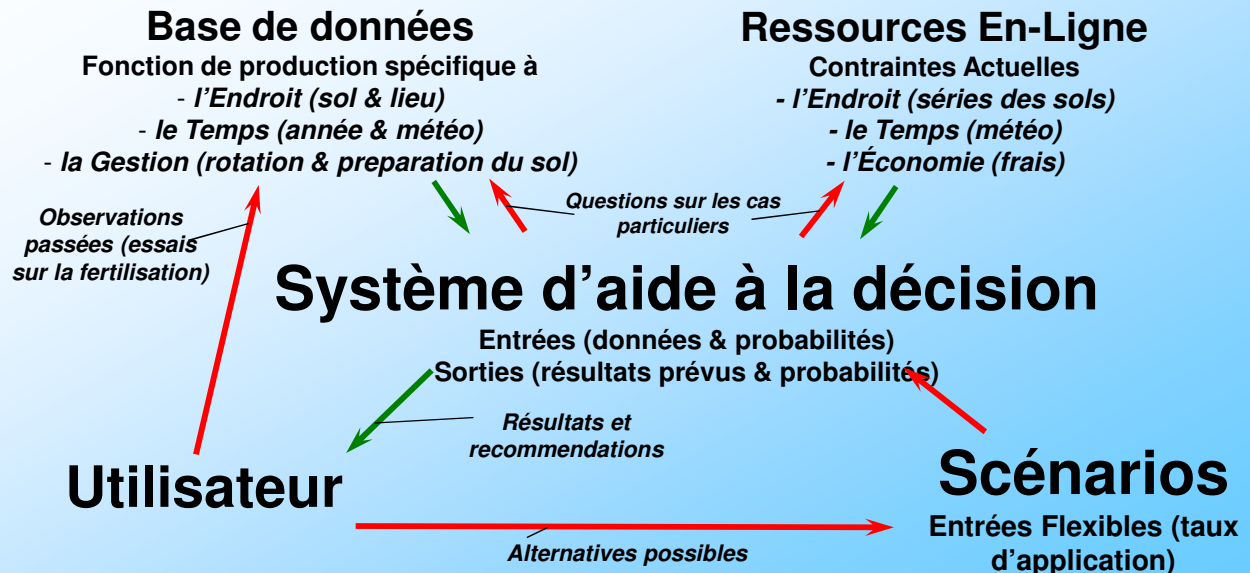


Sources d'économies





Systeme d'aide à la décision



Simulation numérique

- Entrées
 - Selon le **lieu** et la **méthode de gestion** présents, elles créeront une estimation d'une fonction de production avec certaines incertitudes
 - Selon le **temps**, un ajustement de la **fonction de production** sera fait suivi par une dérivation de la **fonction de profit**, avec incertitudes, pour les conditions actuelles
- Sorties
 - Probabilité d'un **rendement net positif** sur le coût de la fertilisation pour chaque taux possible
 - **Taux de fertilisation** avec un rendement net prévu étant le plus élevé sur le coût de la fertilisation (par exemple, le profit)



Objectif de la fonction:

\$/ha → MAX



Base de données

Farm trials



La base de données comporte des essais de fertilisation ou autres expérimentations faits dans différents champs sous diverses conditions spatio-temporelles reproduites pour des taux d'engrais azotés spécifiques.

- **Type de sol:** texture du sol de la parcelle/ferme
- **MOS:** matière organique du sol (%)
- **Travail du sol:** pratiques intensives, travail de conservation du sol, semis direct
- **N de la récolte précédente:** contribution en N du cultivar précédent (forte, faible)
- **PABR (AWDR):** précipitations abondantes et bien réparties (mm)
- **UTM:** Unité thermique maïs en °C, définit les températures anticipées

ID	Soil Type	SOM, %	Tillage System	Previous Crop	Previous Crop N	CHU, °C	AWDR, mm	N rate, kg/ha	Yield, t/ha
1	Fine sandy loam	6.03	No till	Soybean	Medium	715	41.71	0	13.92
2	Fine sandy loam	6.03	No till	Soybean	Medium	715	41.71	50	12.56
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
1680	Heavy clay	10.8	Conventional		Cereals	695	56.69	200	14.06



Ressources en ligne



- Relation dynamique entre les données économiques, météorologiques et du sol avec la fonction de production



- Série de sols
 - MOS
- Ex.: info-sols*

Sol



- Conditions présentes
- Prévisions

Climat



- Prix de la récolte
- Coût du fertilisant

Marché



NumericAg

NumericAg

Home

Add Trials

History

About

Contact

Welcome: Sadanand

NumericAg is a decision support system designed to help farmers and their consultants identify the least risky site-specific rate of key agricultural inputs, such as nitrogen fertilizer. This numeric simulation process integrates previous fertility trial records, information about local conditions and economic considerations to estimate probable net return over cost of fertilization. Please enter your data below and submit the form. Certain inputs mean maximum accuracy in results.

Please sign in to NumericAg

Username

Password

Remember me

Sign in

[Create an account](#)

<http://www.numericag.com>



Formulaire d'entrée

NumericAg

Home

Add Trials

History

About

Contact

Welcome: Sadanand

Please select/fill your farm specific values in the input form below and click on submit. (Results will be sent on the registered email id)

Fertilizer

Nitrogen

Crop

Corn

Location and Year

Latitude

Longitude

Growing Season

Latitude

Longitude

2018

Soil and Climate

Soil Type

Clay

Previous Crop

Moderate nutrient contribution (e.g., Soybean, F)

Tillage System

Conventional

Soil Organic Matter SOM (%)

Medium (4% - 6%)

Precipitation (AWDR, mm)

Medium Conditions

Temperature (CHU, °C)

Medium Conditions

Price and Cost

Yield Price (USD) \$/tonne: Mean

163.41

Fertilizer Cost (USD) \$/kg: Mean

0.59

Yield Price (USD) \$/tonne: Standard Deviation

39.6

Fertilizer Cost (USD) \$/kg: Standard Deviation

0.13

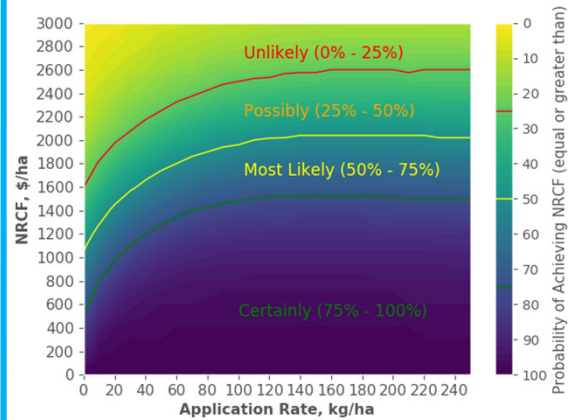
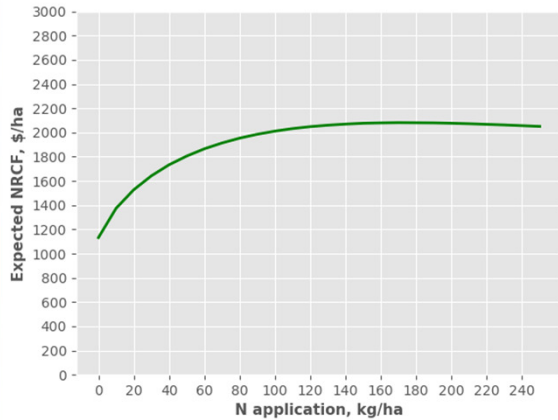
Submit



Rapport 1

Current crop	Climate (AWDR)	Temperature (CHU)	Previous crop	Season	Soil type	Price Mean/SD	Cost Mean/SD
Corn	75	750	Corn	2018	Clay	167/40	0.6/0.14

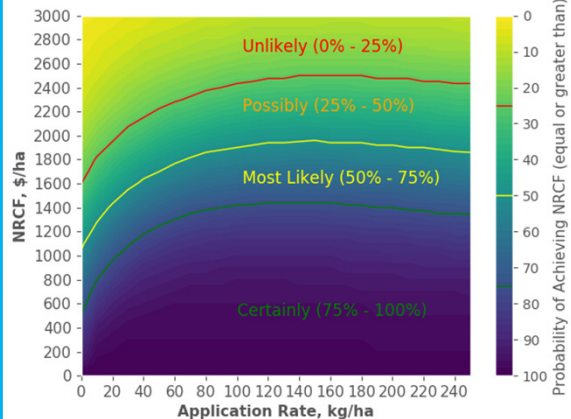
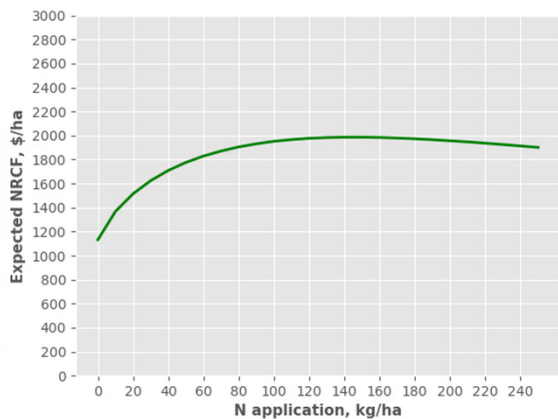
Maximum expected NRCF is achieved with **170 kg/ha**



Rapport 2

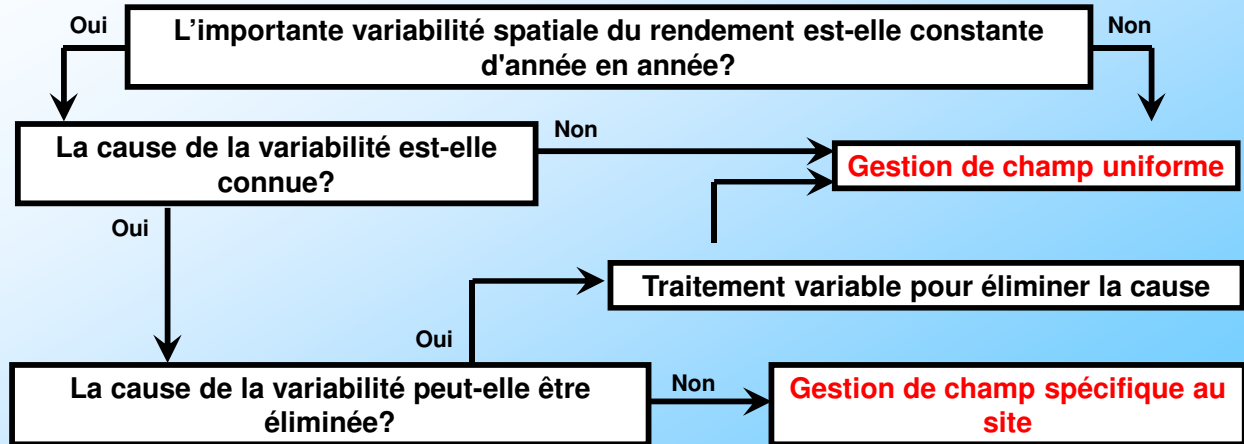
Current crop	Climate (AWDR)	Temperature (CHU)	Previous crop	Season	Soil type	Price Mean/SD	Cost Mean/SD
Corn	45	750	Corn	2018	Clay	167/40	1.2 /0.14

Maximum expected NRCF is achieved with **140 kg/ha**





Utilisation des données de rendement



Échantillonnage géo-référencé du sol





Analyse LIBS



Détection en agriculture de précision

À distance (> 2m)

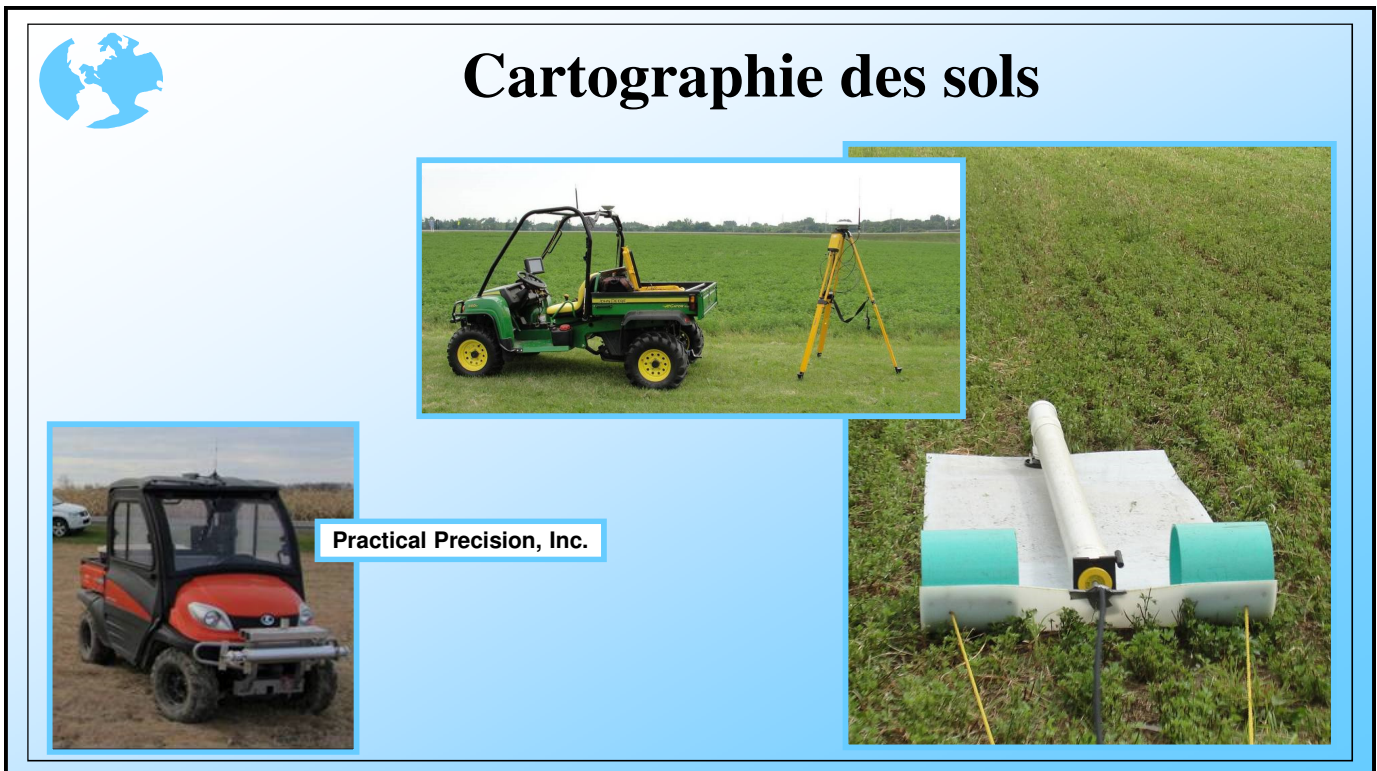
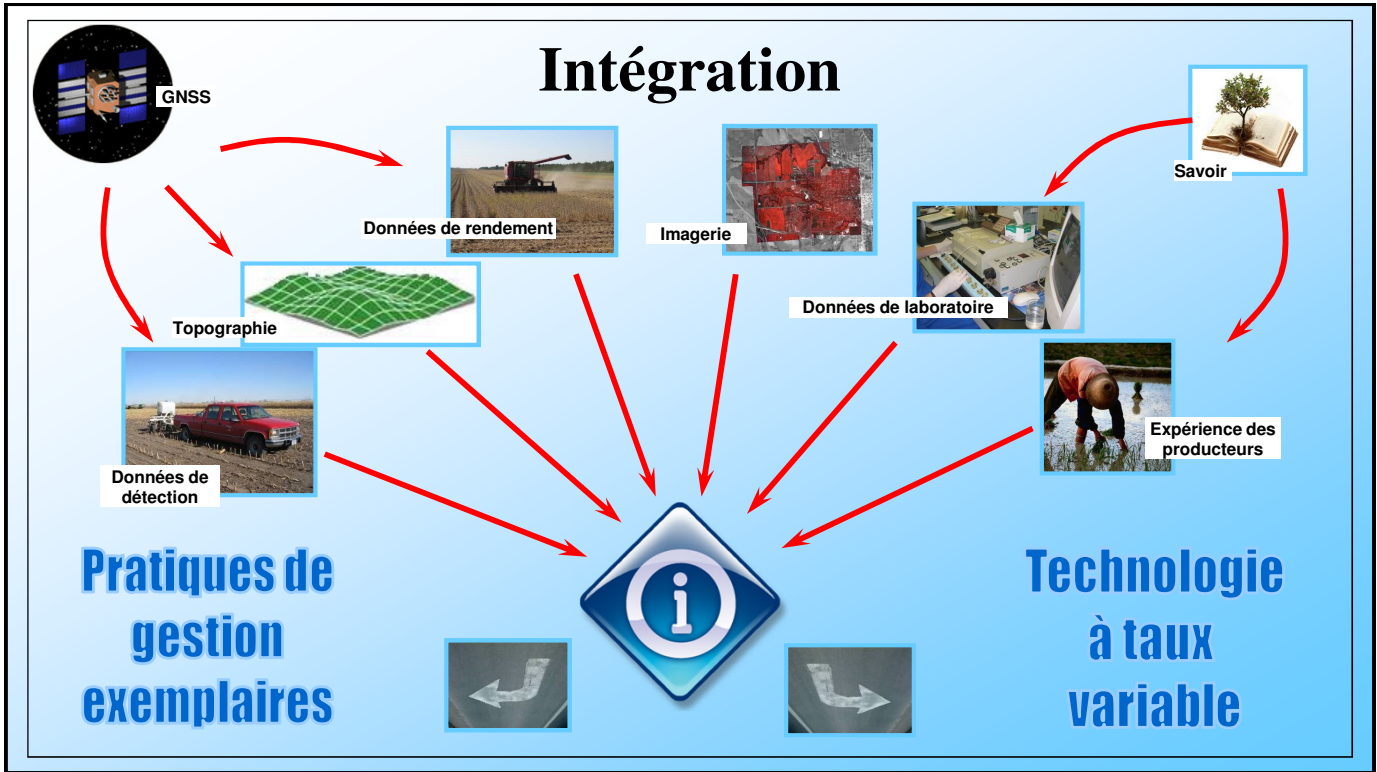
Satellite
Avion
Drone



À proximité (< 2m)

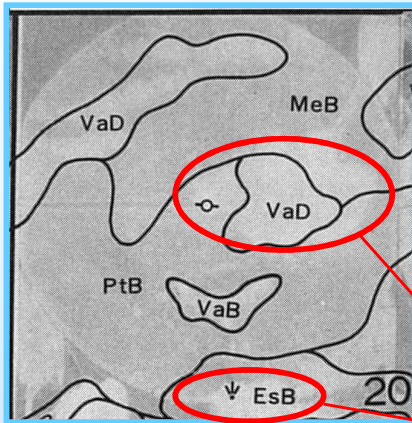
En mouvement
Sur place
Profilage





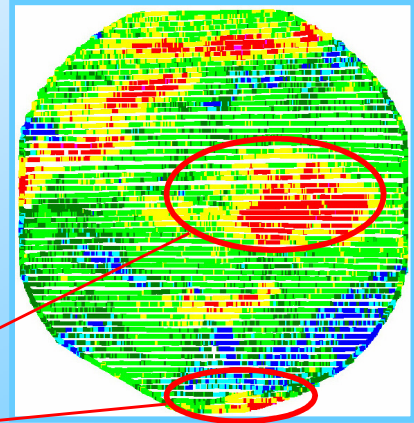


Exemple 1 Carte de conductivité électrique



Étude du type sol

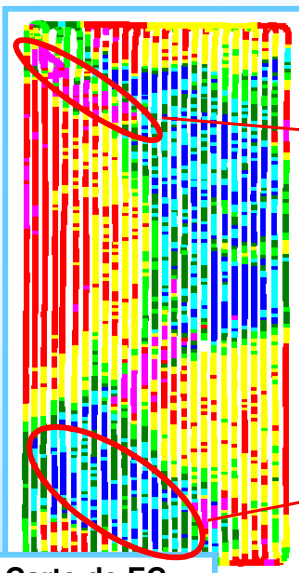
Meilleure distinction du type de sol



Carte de EC



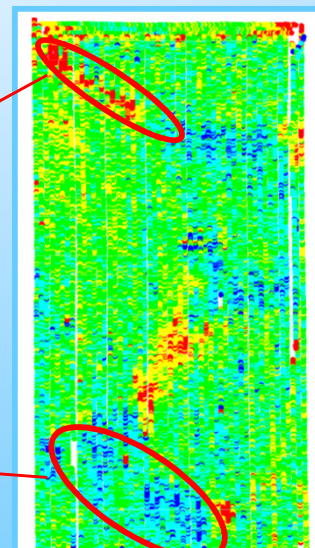
Exemple 2 Carte de conductivité électrique



Carte de EC

Zone à faible rendement

Zone à haut rendement



Carte de rendement



Détection optique Vis / NIR



Surface de contact en saphir

660 et 940 nm

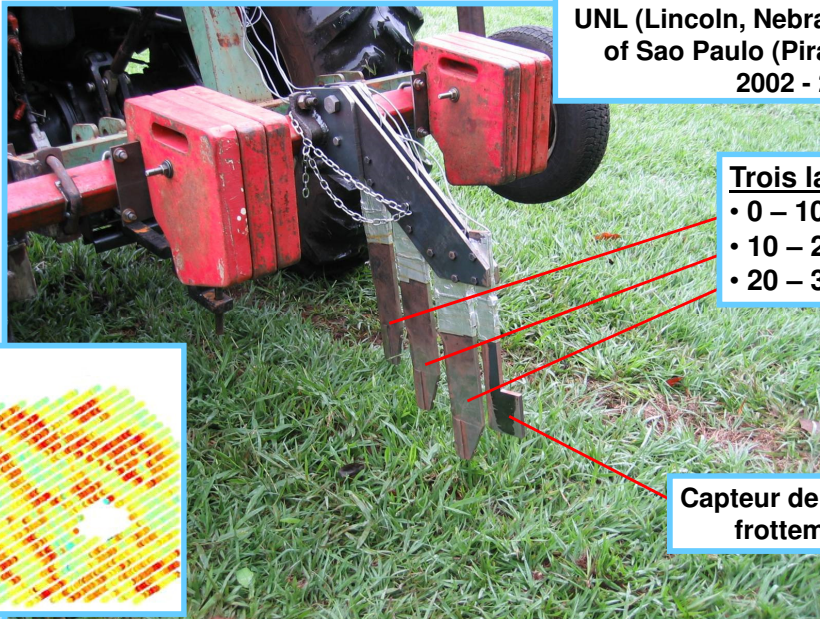


Veris Technologies, Inc. (Salina, Kansas)

<http://www.veristech.com>



Cartographie de la résistance mécanique des sols

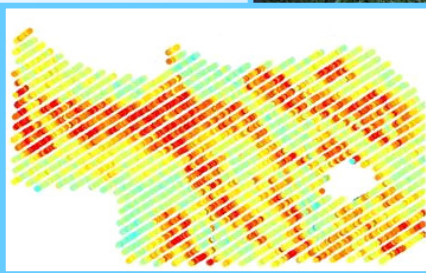


UNL (Lincoln, Nebraska) – University of Sao Paulo (Piracicaba, Brazil)
2002 - 2004

Trois lames

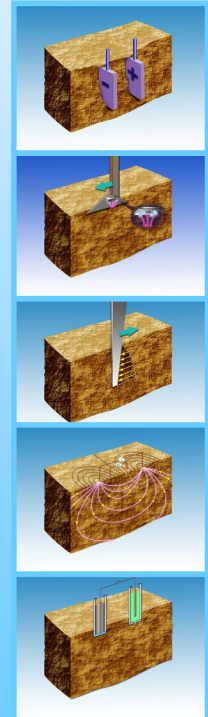
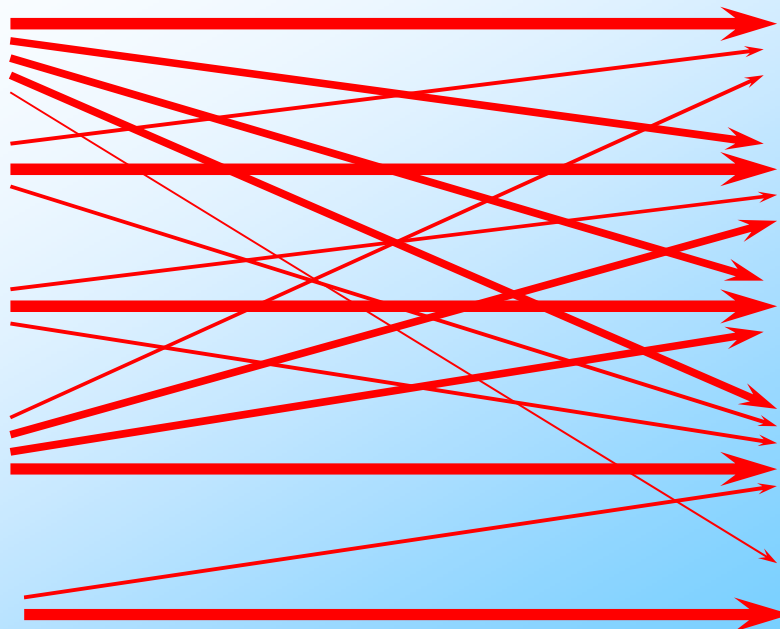
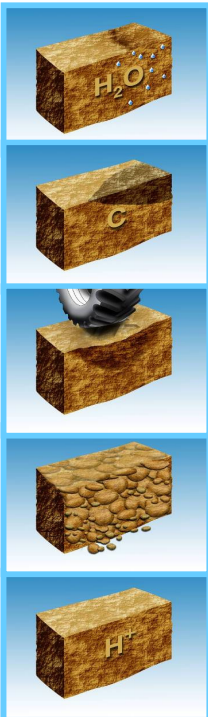
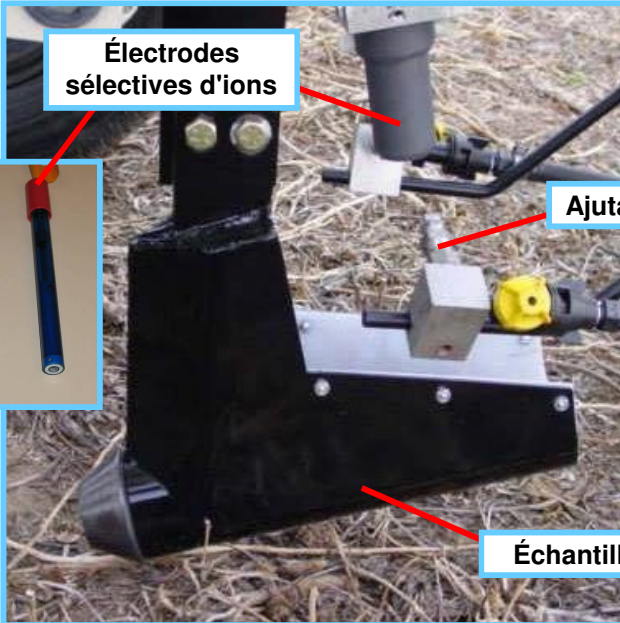
- 0 – 10 cm
- 10 – 20 cm
- 20 – 30 cm

Capteur de compensation de frottement sol-métal



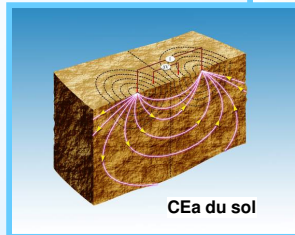


Cartographie du pH du sol

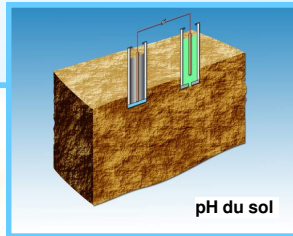




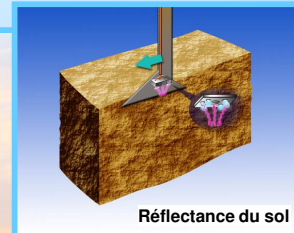
Fusion de capteurs



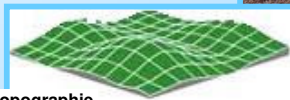
CEa du sol



pH du sol



Réflectance du sol



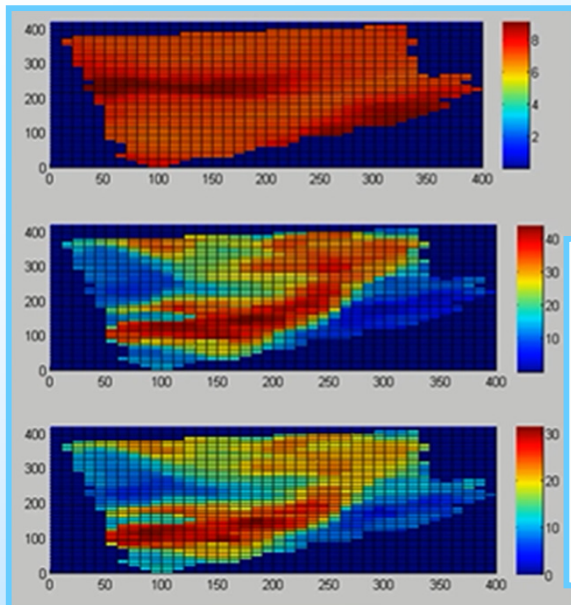
Topographie



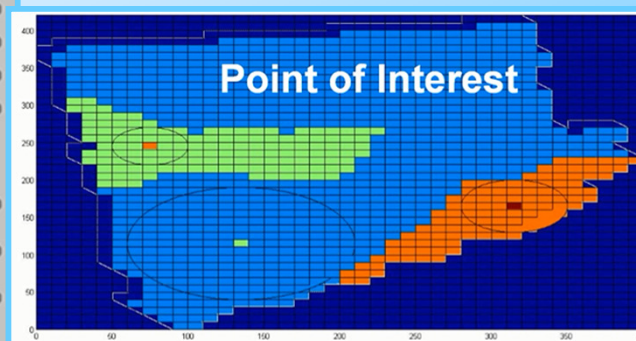
Données de laboratoire

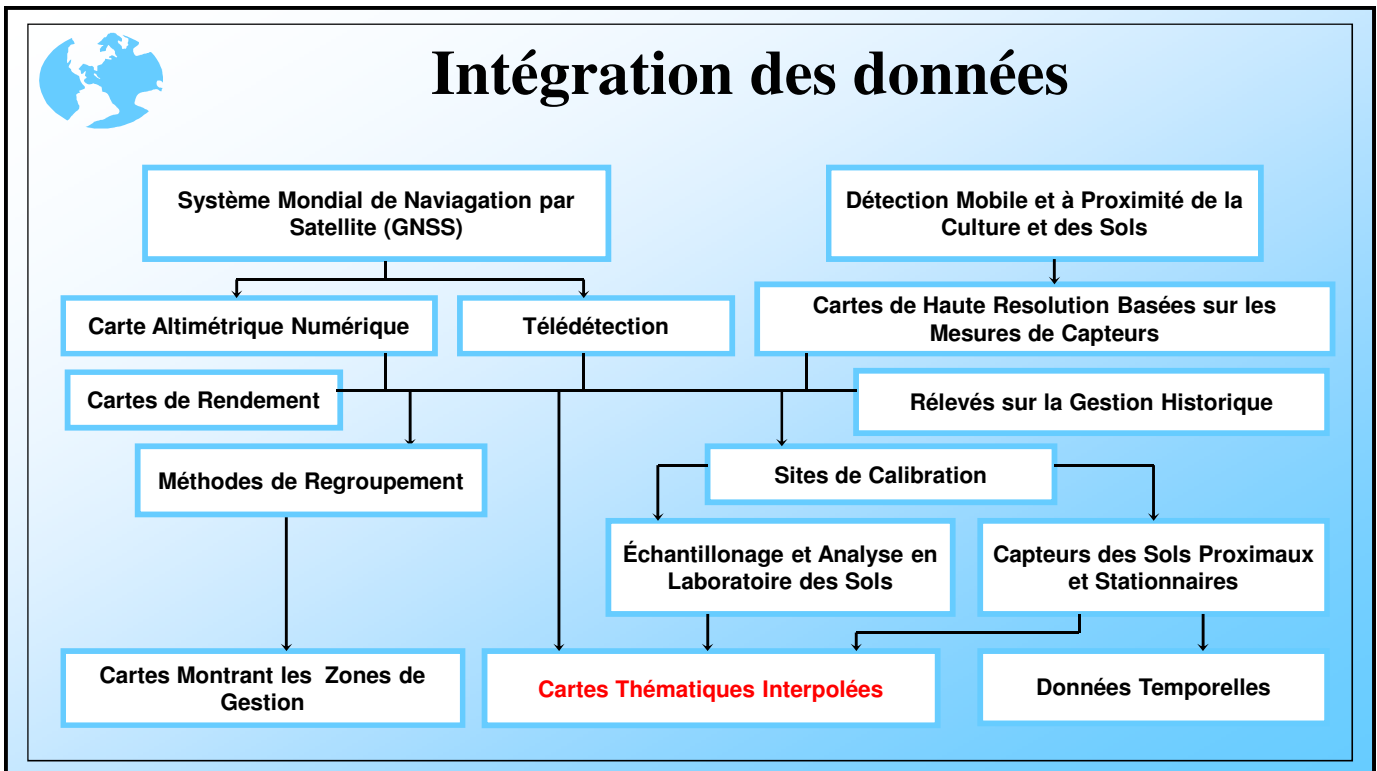
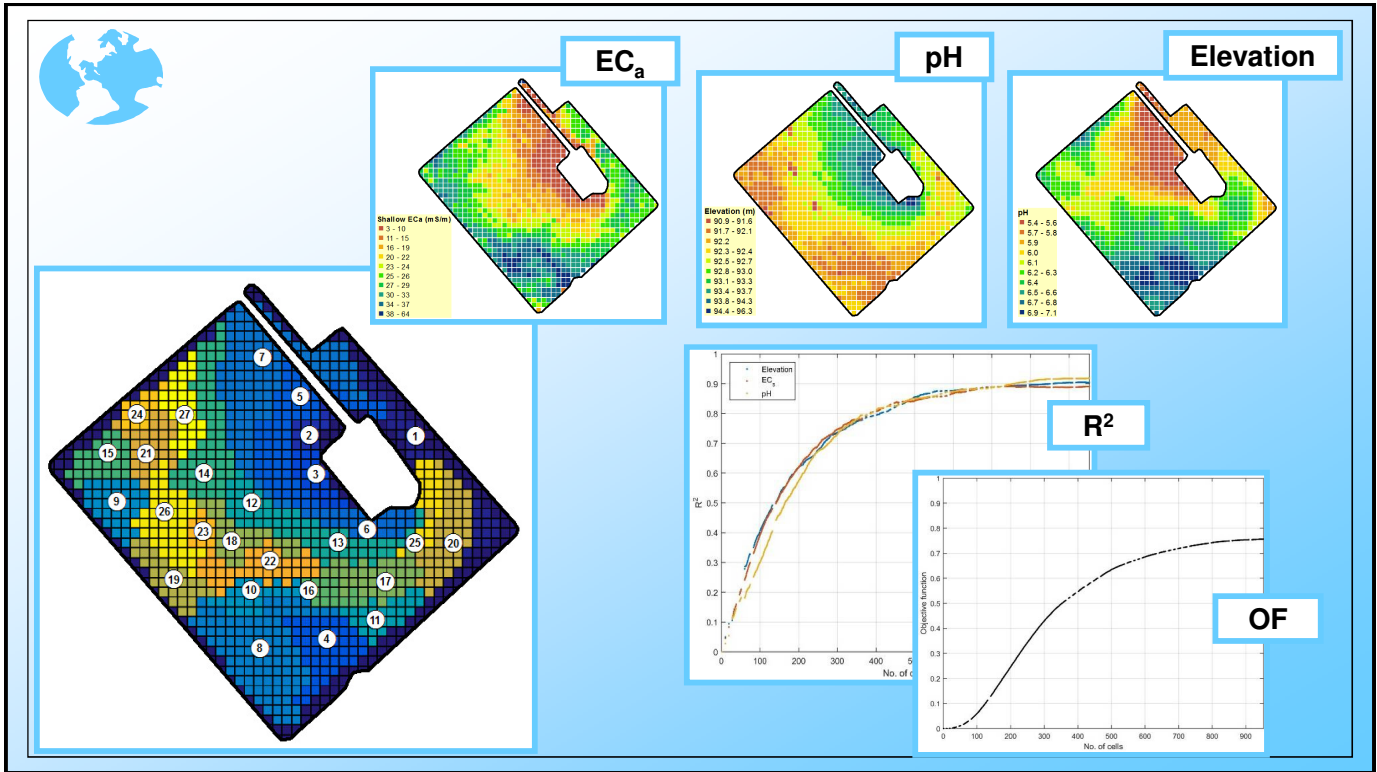


Emplacements clés sur le terrain



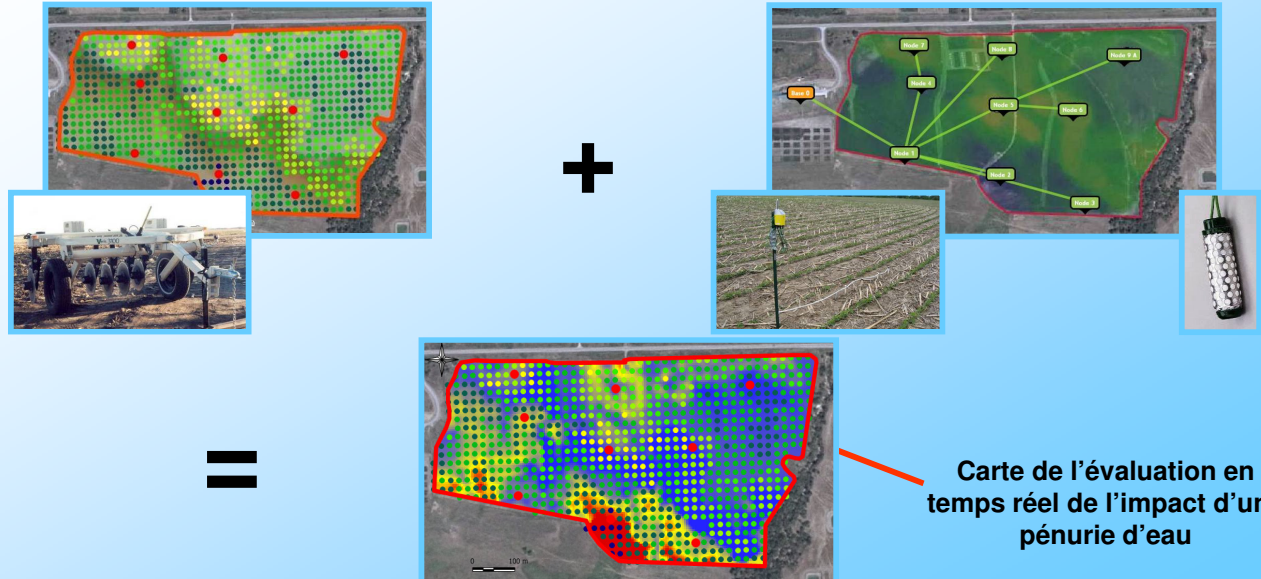
- Propagation des données
- Répartition spatiale
- Homogénéité locale



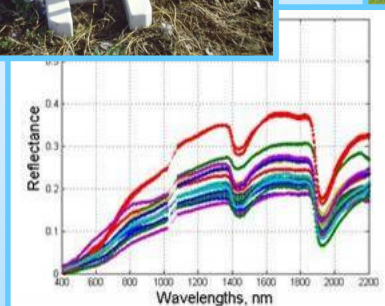




Réseaux de capteurs sans fil



Mesures *in situ*



Profilage du sol

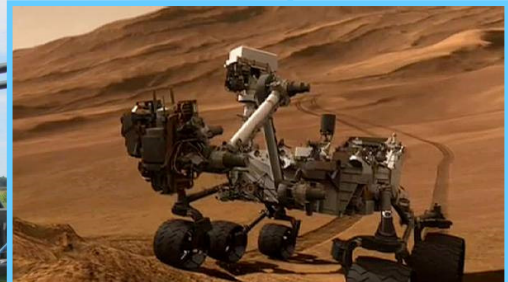


Analyseur on-the-spot (OSA)



Ensemble d'électrodes sélectives aux ions

Mécanisme de déploiement des capteurs



Défecteur

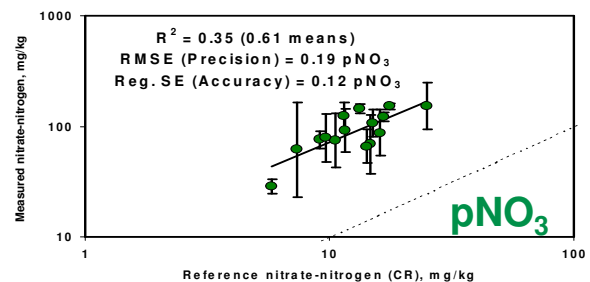
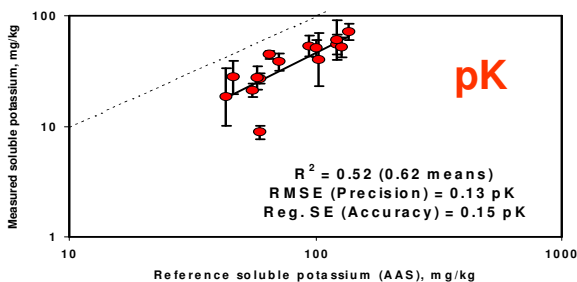
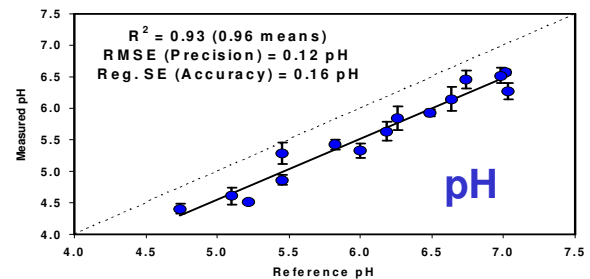
Mécanisme de préparation du sol

Attelage standard

Brevet des États-Unis No. 9,389,214

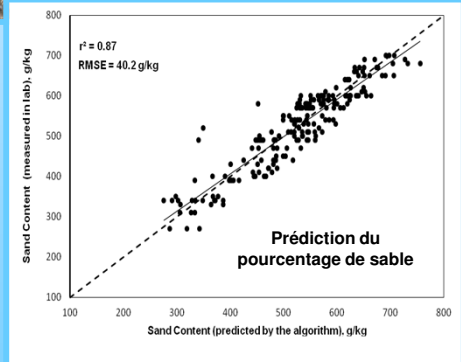
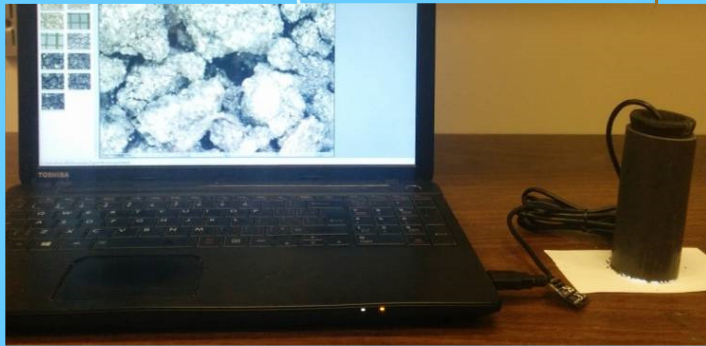
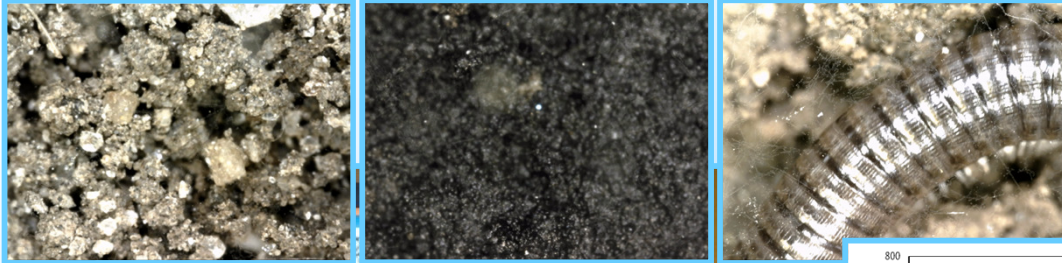


Mesure directe intégrée du sol

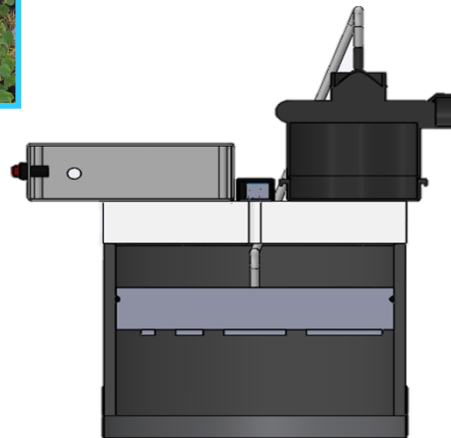




Microscopie du sol *in situ*

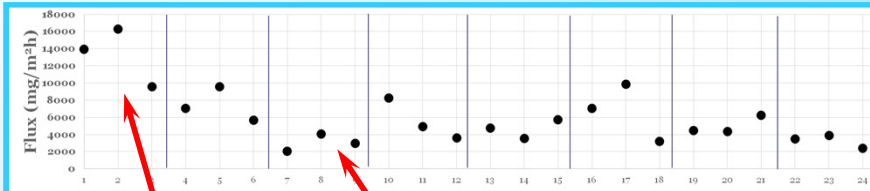
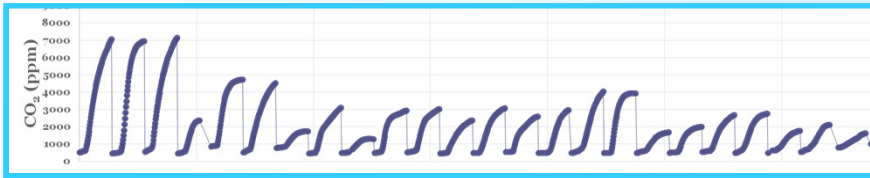


Détection de CO₂ des sols *in situ*



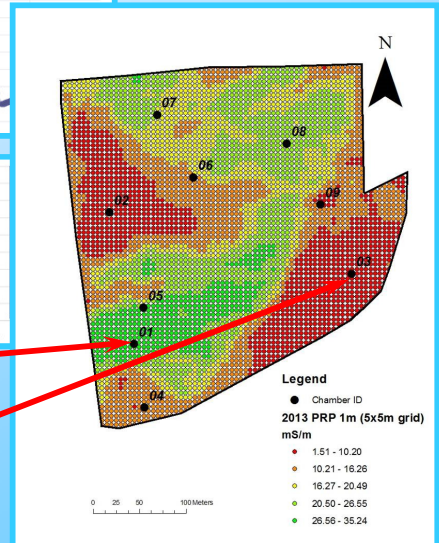


Détection de CO₂ des sols *in situ*



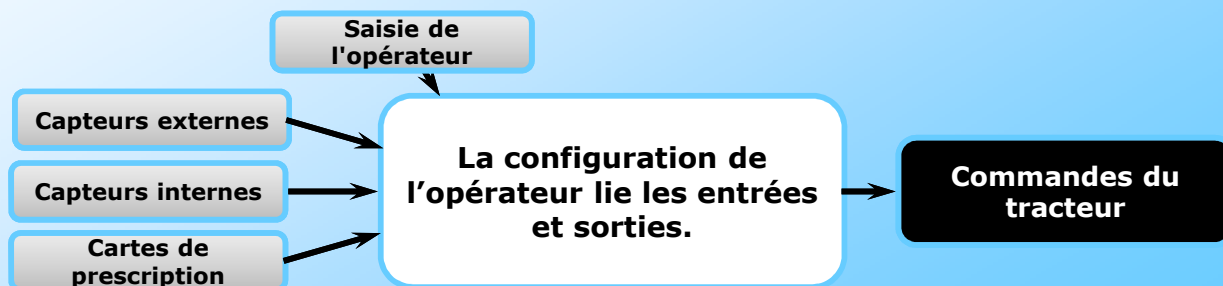
Sol organique

Sol minéral



Le concept de tracteur intelligent

- Les opérations du tracteur sont associées aux conditions locales en fonction de règles définies par l'opérateur ou d'un apport direct de ce dernier
- Utilisation de capteurs internes ou externes pour la reproduction des paramètres d'opération adéquats



Contrôle proportionnel

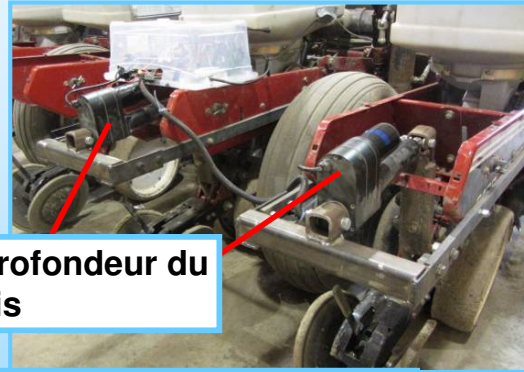
Gestion du lisier de bovin à taux variable

Field 22 - Proportional Manure Application

A permis un épandage additionnel de 20 % (80 m³) de lisier dans ce champ de maïs de 12.4-ha sans risque pour l'environnement



Semis à profondeur variable

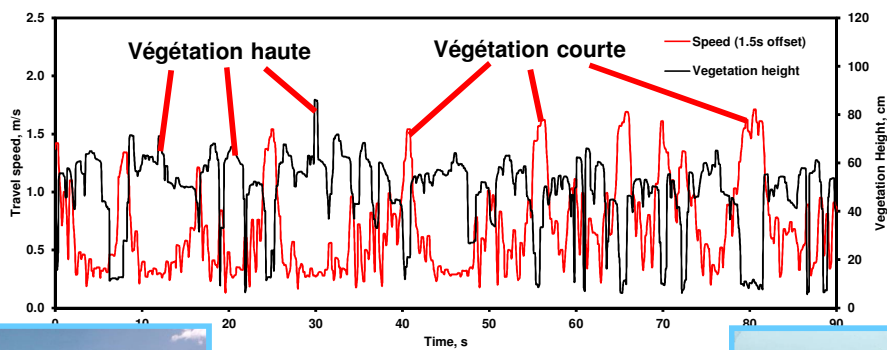


Contrôle de la profondeur du semis

Détection de l'eau contenue dans le sol

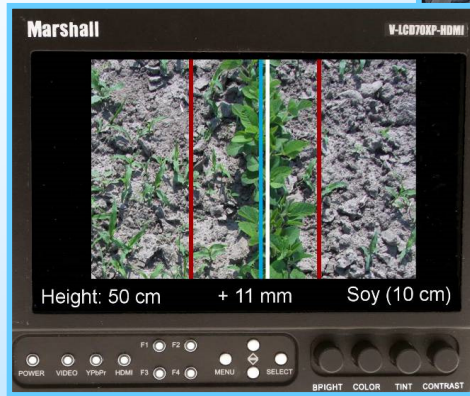


Contrôle de la vitesse du tracteur en fonction de la hauteur de la culture

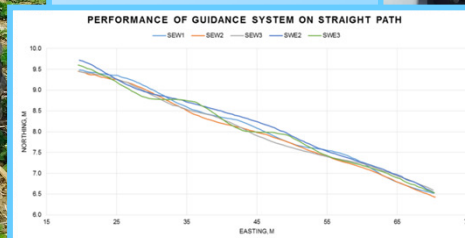




Guidage automatique en utilisant la vision par ordinateur



Système de guidage automatique de tracteur à installation rapide





14th International Conference on Precision Agriculture

24 au 27 juin 2018
Le Centre Sheraton
Montréal, Québec, Canada

International Society of Precision Agriculture (ISPA)

www.ispag.org/icpa

THE INTERNATIONAL SOCIETY OF PRECISION AGRICULTURE PRESENTS THE
14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE
June 24-27, 2018 • Le Centre Sheraton • Montreal, Quebec, Canada

Call for Abstracts
Abstracts for the 14th International Conference on Precision Agriculture may be submitted online at www.ispag.org on or before the abstract submission deadline, November 30, 2017. Abstracts must be 300-500 words in length and not contain references or figures. Abstracts will be reviewed for suitability based on scientific content and clarity by the conference program committee. Authors of accepted abstracts will be invited to submit a paper for the conference proceedings and to present their research as an oral or poster presentation after payment of registration fees.

Topics

- Precision Agriculture and Global Food Security
- Proximal and Remote Sensing of Soil and Crop (Including Phenotyping)
- Applications of Unmanned Aerial Systems
- Wireless Sensor Networks
- Robotics, Guidance and Automation
- Precision Dairy and Livestock Management
- Farm Animals' Health and Welfare Monitoring
- Geospatial Data
- Big Data, Data Mining and Deep Learning
- Decision Support Systems
- Smart Weather for Precision Agriculture
- Site-Specific Nutrient, Lime and Seed Management
- In-Season Nitrogen Management
- Precision Crop Protection
- Drainage Optimization and Variable Rate Irrigation
- Land Improvement and Conservation Practices
- Site-Specific Pasture Management
- Precision Horticulture
- Profitability and Success Stories in Precision Agriculture
- Education and Outreach in Precision Agriculture

Dr. Nicolas Tremblay, Conference Co-Chair
President, International Society of Precision Agriculture
president@ispag.org

Dr. Viacheslav Adamchuk, Conference Co-Chair
Secretary, International Society of Precision Agriculture
secretary@ispag.org

ISPA
International Society of Precision Agriculture
www.ispag.org



<http://adamchukpa.mcgill.ca>
E:mail: viacheslav.adamchuk@mcgill.ca

Comment la robotique et d'autres technologies de l'agriculture de précision ont changé le travail à notre ferme

Par: Guillaume Cloutier, agr.
&
Gabriel Van Winden, agr.



- Production d'échalotes françaises, de laitues, d'oignons, de radis chinois et de carottes.
- 1000 acres de terre noire et 170 acres de terre minérale en production à Napierville.
- Membre de Groupe Vegco et de Vegpro international.



Agriculture de précision

- ❖ Robots sarcleurs
- ❖ Cartographie haute densité et épandage de chaux localisé
- ❖ Irrigation de précision
- ❖ Autres technologies





Cartographie Haute densité

Pourquoi?

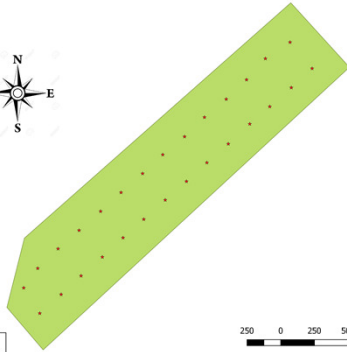
- Depuis 2015
- Entre 6 et 8 points par ha
- Épandage de chaux localisé
- Exemple 2 champs de l'entreprise

Avantages

- Rapidité d'exécution
- Faible cout
- Précis
- Réduction de la quantité de chaux épandue
- Rends les champs très uniformes

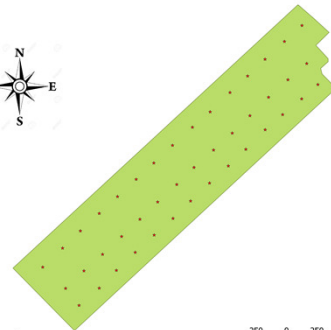
Connaissez-vous l'emplacement exact de vos échantillons de sol?

Champ 100-Points GPS



Année: 2014

Champ 70-Points GPS



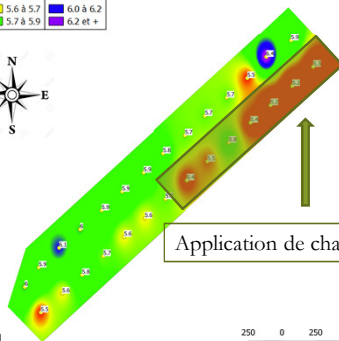
Année: 2014

Cartographie conventionnelle

~3 échantillons/ha

100-pH Eau

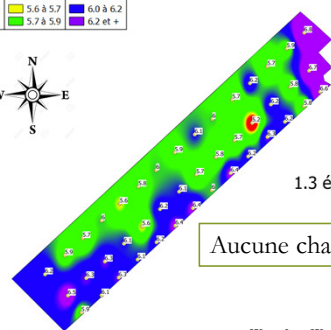
pH eau		
Faible	Moyen	Légende
5.5 et -	5.6 à 5.7	6.0 à 6.2
5.7 à 5.9		6.2 et +



Année: 2014

70-pH Eau

pH eau		
Faible	Moyen	Légende
5.5 et -	5.6 à 5.7	6.0 à 6.2
5.7 à 5.9		6.2 et +



1.3 échantillons/ha

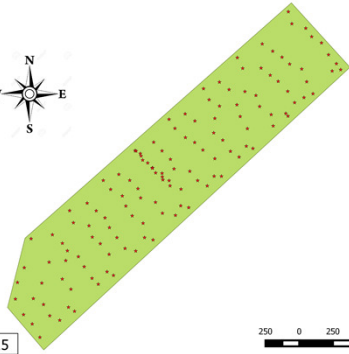
Aucune chaux nécessaire

Année: 2015

Cartographie haute densité 2015

6 à 8 échantillons/ha

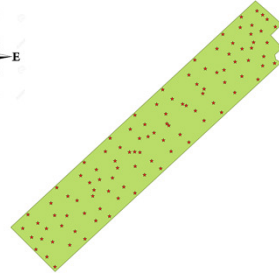
100-Points GPS



Année: 2015

250 0 250 500 750 1000 pieds

70-Points GPS

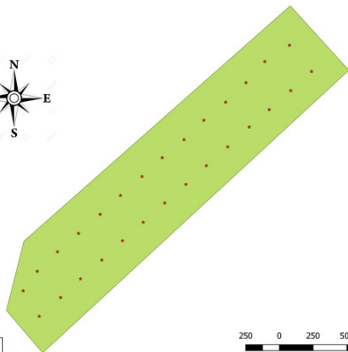


Année: 2015

500 0 500 1000 1500 2000 pieds

Comparaison champ 100

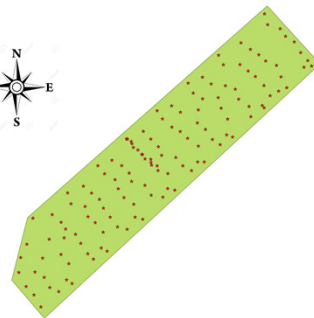
Cartographie Conventiennelle



Année: 2014

250 0 250 500 750 1000 pieds

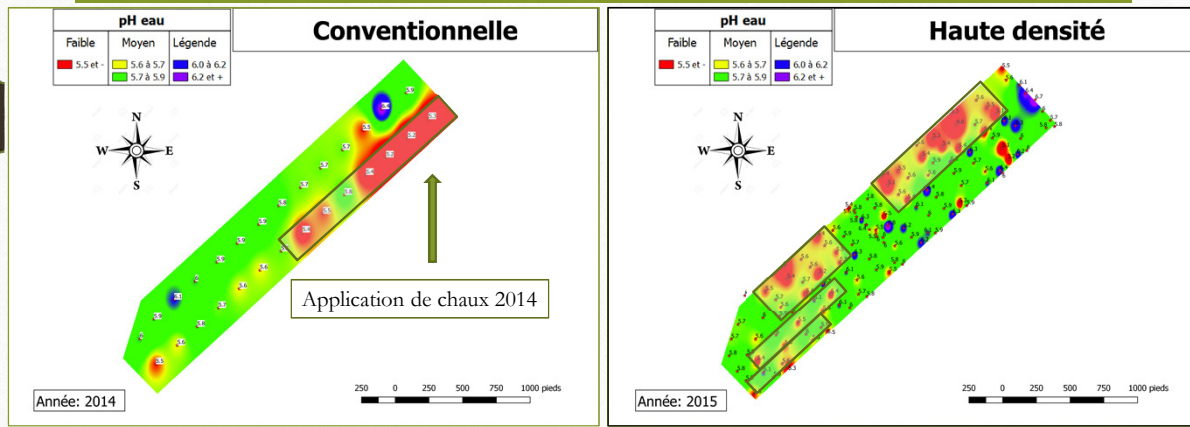
Cartographie haute densité



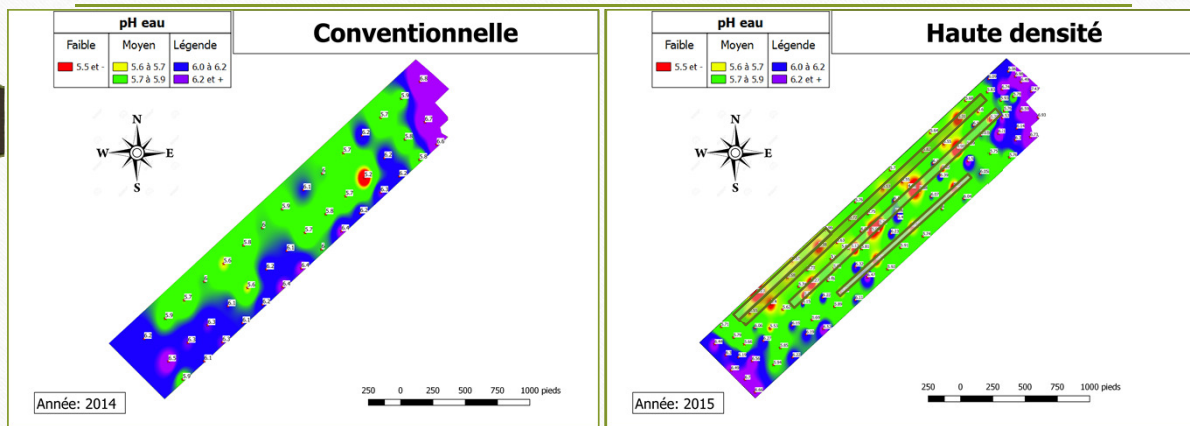
Année: 2015

250 0 250 500 750 1000 pieds

Comparaison champ 100



Comparaison champ 70



Application de chaux localisé

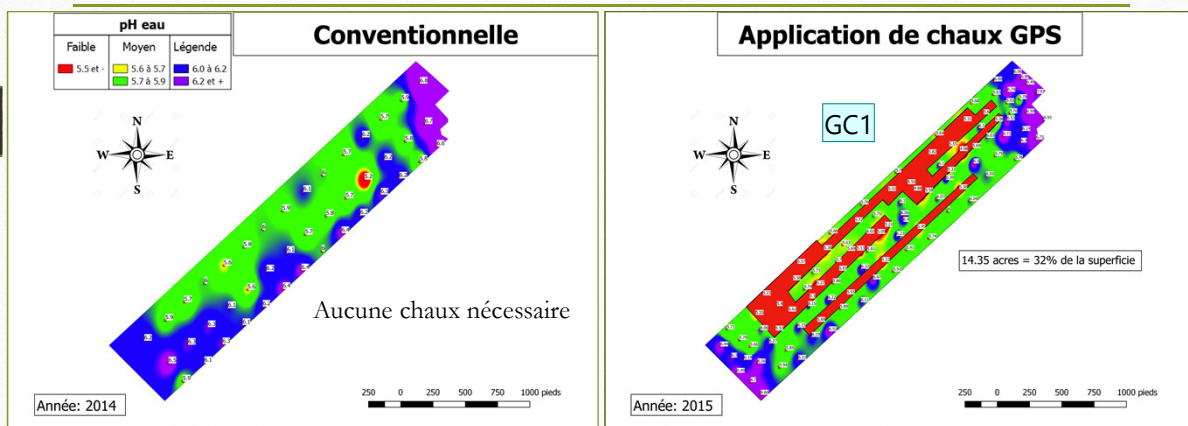
Équipement nécessaire



Avantage

- Simple
- Précis
- Économie de temps
- Économie d'argent

Application de chaux localisé



Diapositive 14

GC1 Guillaume Cloutier; 2018-02-05



- Utilisation de tensiomètre
- Cartographie

CARTES MÉTÉO CALCUL RFU

Carte affichée: RFUK Laitue

RFU potentielle [mm]

- 20 - 43
- 43 - 67
- 67 - 90
- 90 - 113
- 113 - 137
- 137 - 160
- 160 - 300

Google

Lat/Long: 45.185105 -73.346096

GESTION DES TENSIOMÈTRES

Ajuster la position automatiquement (GPS)

Ajuster la position manuellement

CARTES MÉTÉO CALCUL RFU

Mode en ligne

Lat/Long: 45.189267, -73.340854

Champs: 40

Mise à jour:

Tensiomètre(s):

10.0 -kPa Profondeur: 30.0 cm

5.0 -kPa Profondeur: 15.0 cm

Culture: laitue

Stade: 1 2 3 4

Durée stade: J1 à J10 J11 à J21 J22 à R-8
J10 J21 R-8

Tension critique utilisée: 30

CALCULER

Résultats

Autres Technologies

- Projets sur des capteurs de rendement
- Cartographie GPS de la compaction
- Arrosage en bande à l'aide de caméra
- Intégration d'un logiciel de gestion complet



Année: 2016

Merci!