



Apprentissage profond et capteurs intelligents en agriculture : plus que de l'analyse d'images

Etienne Lord

St-Jean-sur-Richelieu RDC

etienne.lord@canada.ca, chercheur en agronomie numérique



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

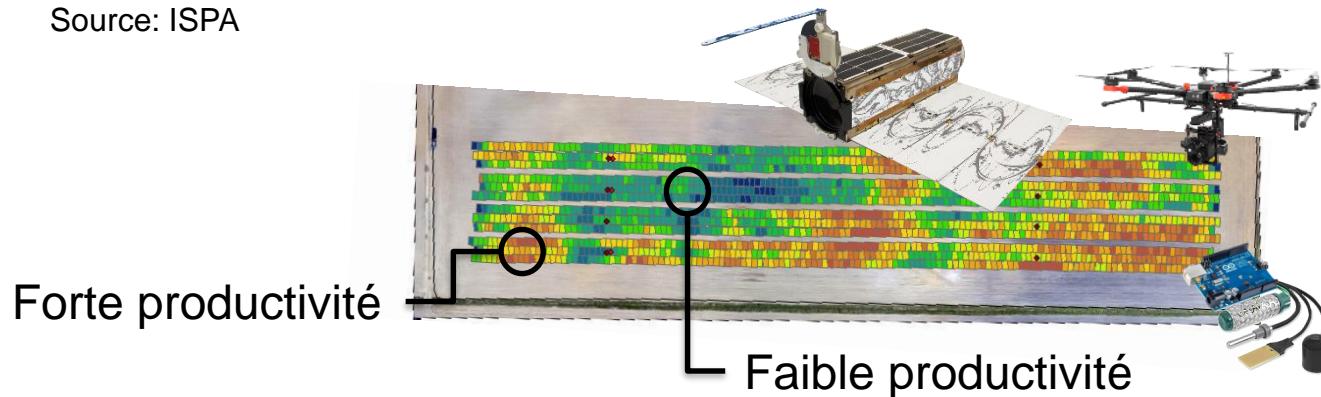
Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada

Introduction

- **L'agriculture de précision** est une stratégie de gestion qui rassemble, traite et analyse des données temporelles, spatiales et individuelles et les combine avec d'autres informations pour appuyer les décisions de gestion en fonction de la variabilité estimée afin **d'améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources, la productivité, la qualité, la rentabilité et la durabilité de la production agricole.**

Source: ISPA

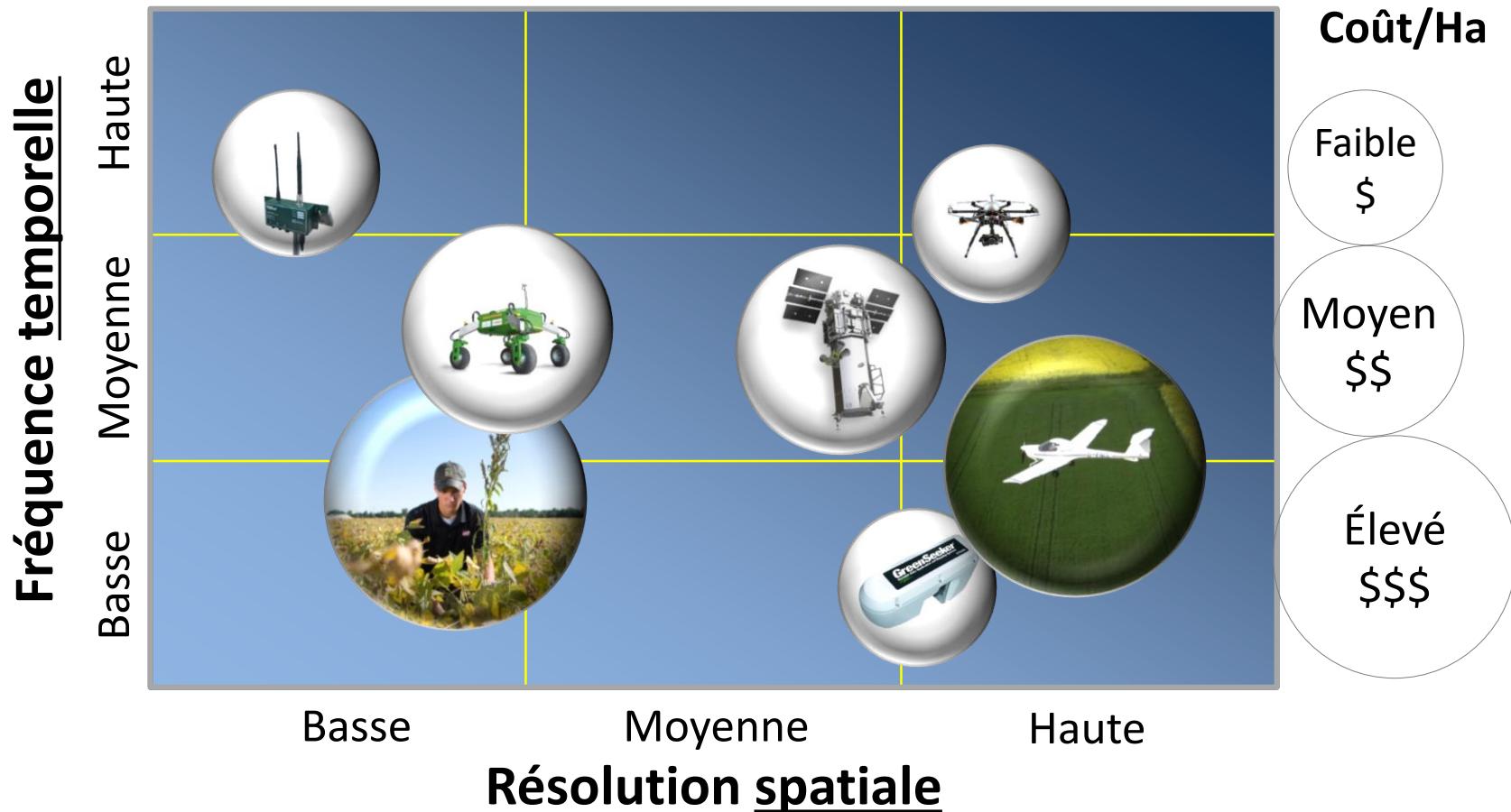


Questions de recherche

Quelles sont les données requises pour le producteur?

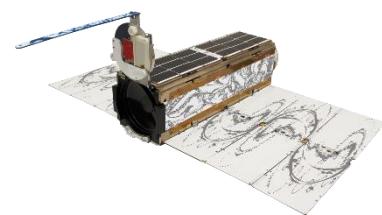
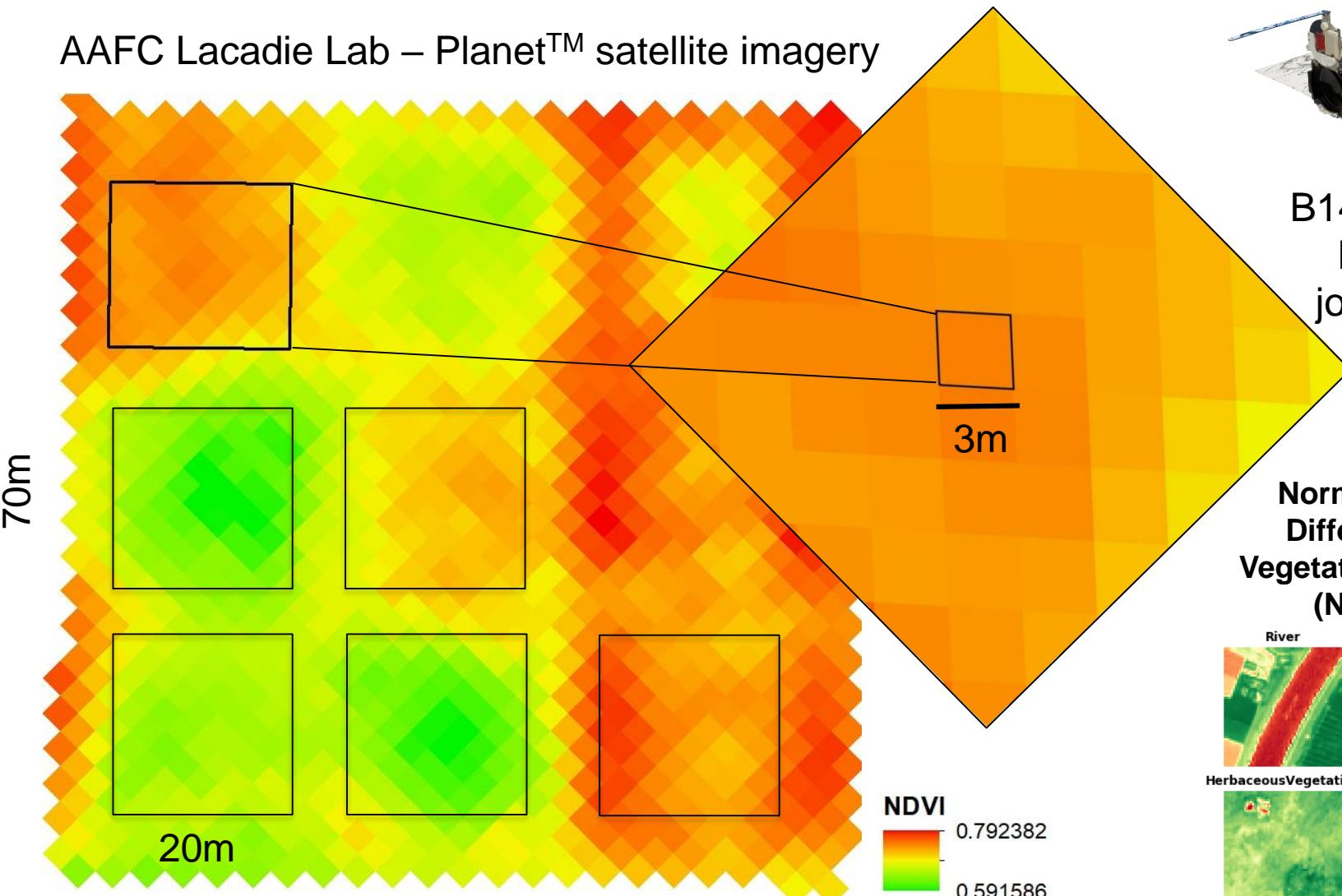


Sources de données



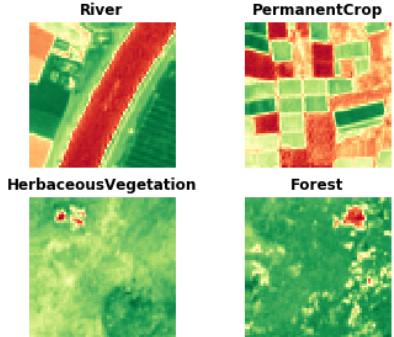
Données satellites

AAFC Lacadie Lab – Planet™ satellite imagery

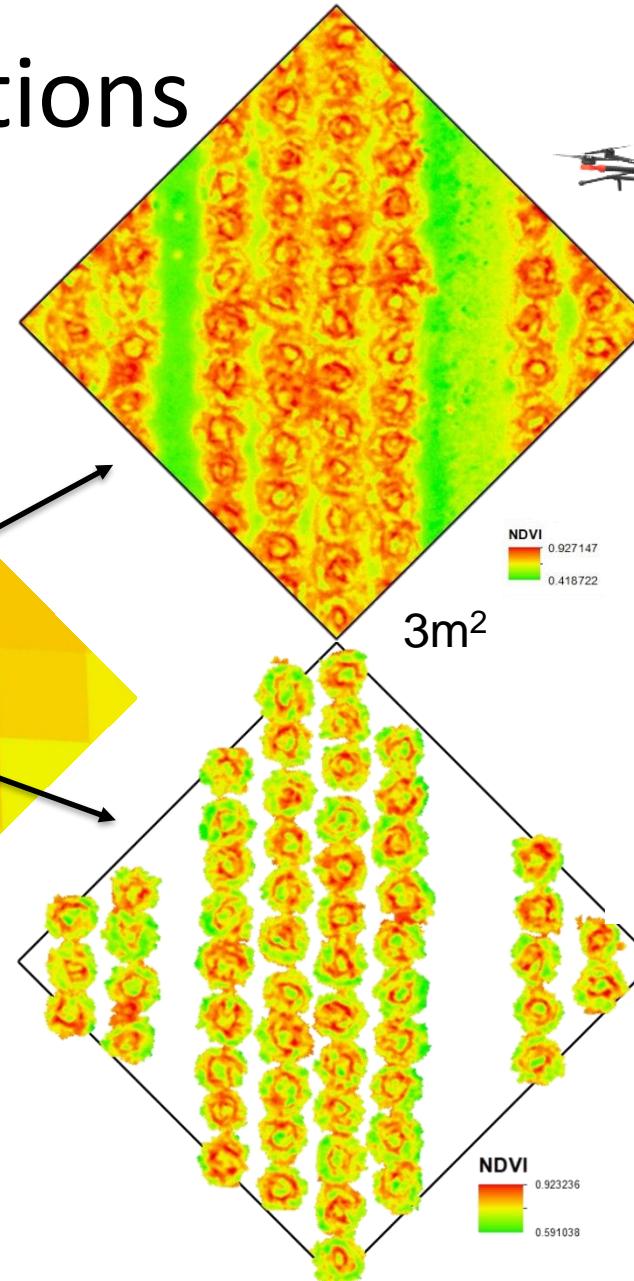
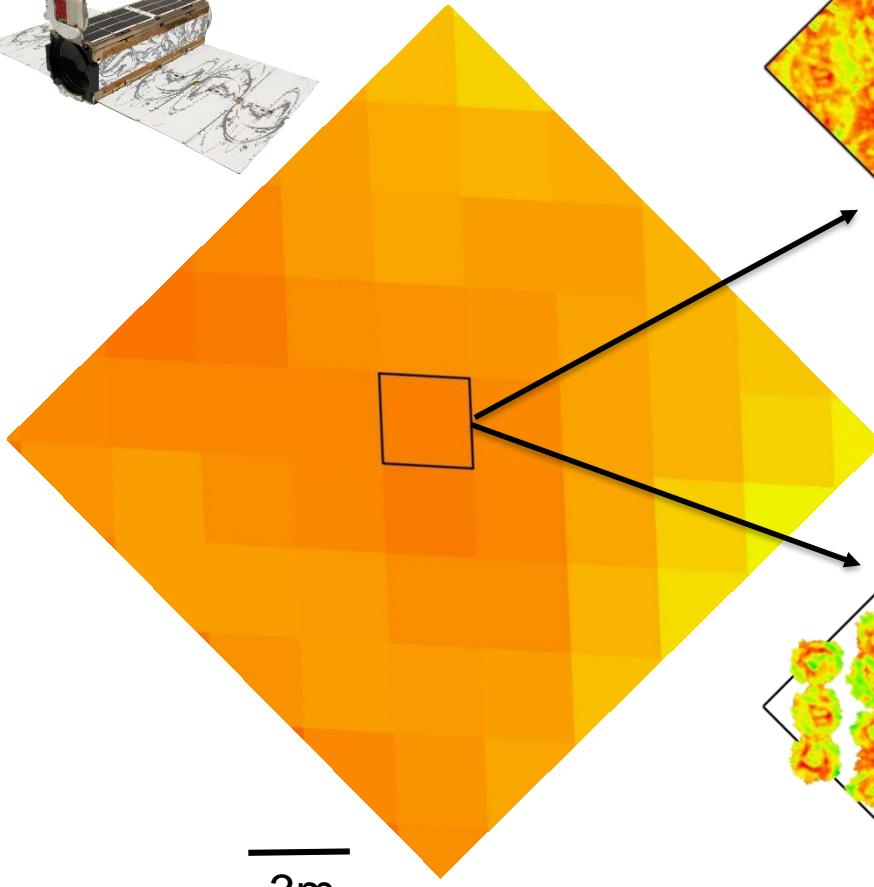
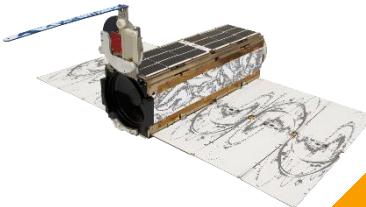


B14 CubeSat
Revisite
journalière

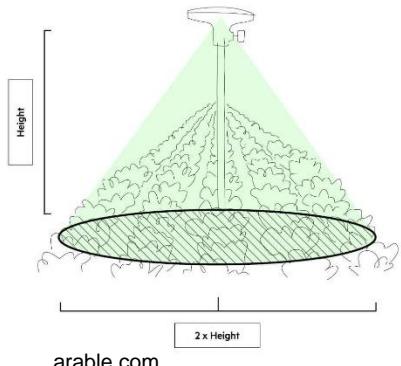
Normalized
Difference
Vegetation Index
(NDVI)



Différentes résolutions



Internet des
Objects (IoT)
e.g. Capteurs

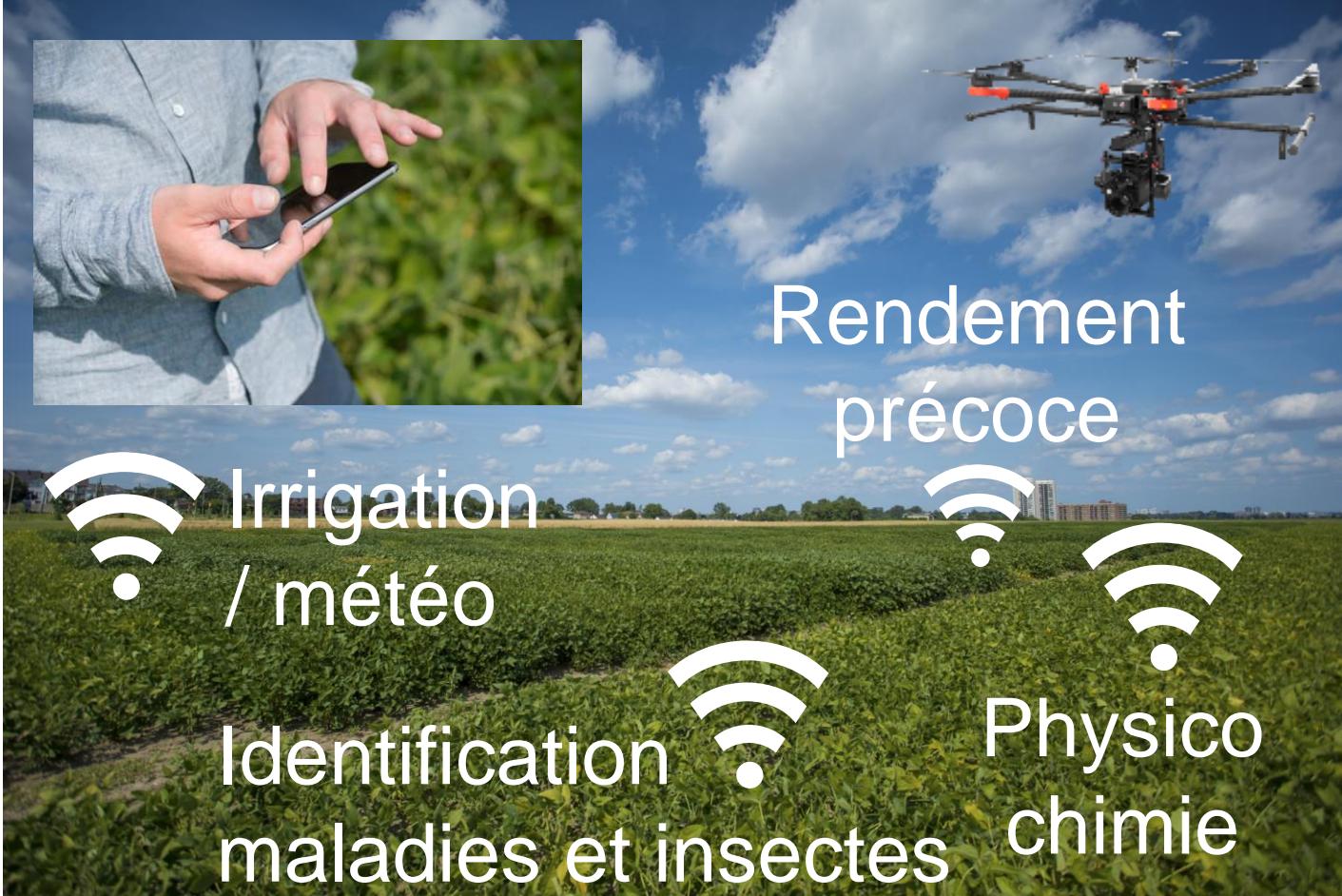


arable.com



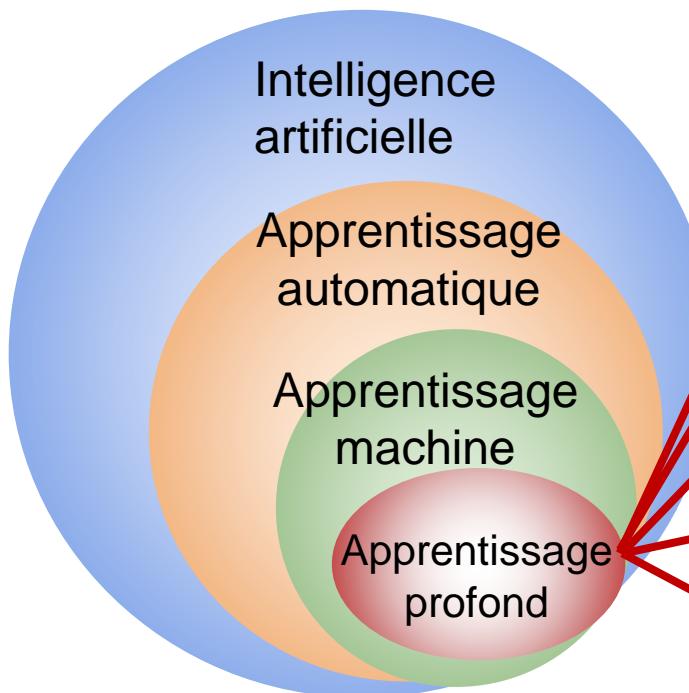
onsetcomp.com

Ferme "*Intelligente*"



Intelligence Artificielle (IA)

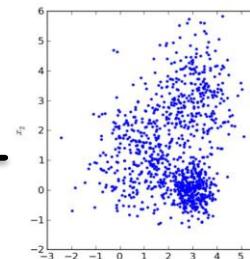
- Une science des **données** (i.e. requière tous les cas possibles)
- Une science de la **classification et des modèles**



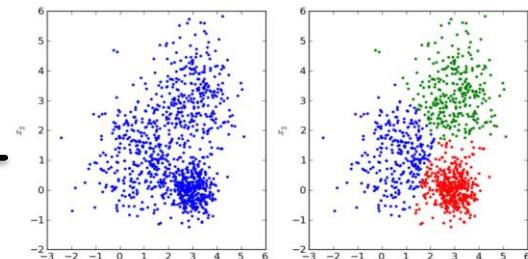
Identification



Courbe de rendement



Regroupement



Modèles génératifs



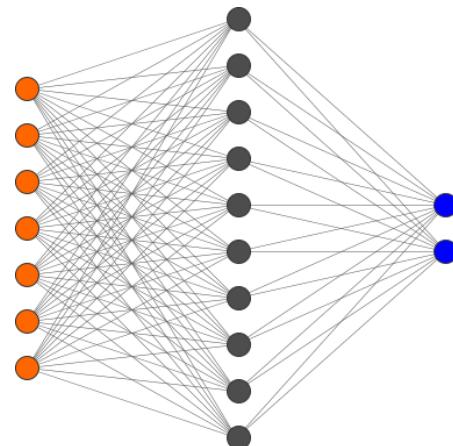
Apprentissage par renforcement



L'apprentissage profond

C'est un **apprentissage automatique** dans lequel **plusieurs couches** apprennent différentes caractéristiques de plus en plus représentatives des données.

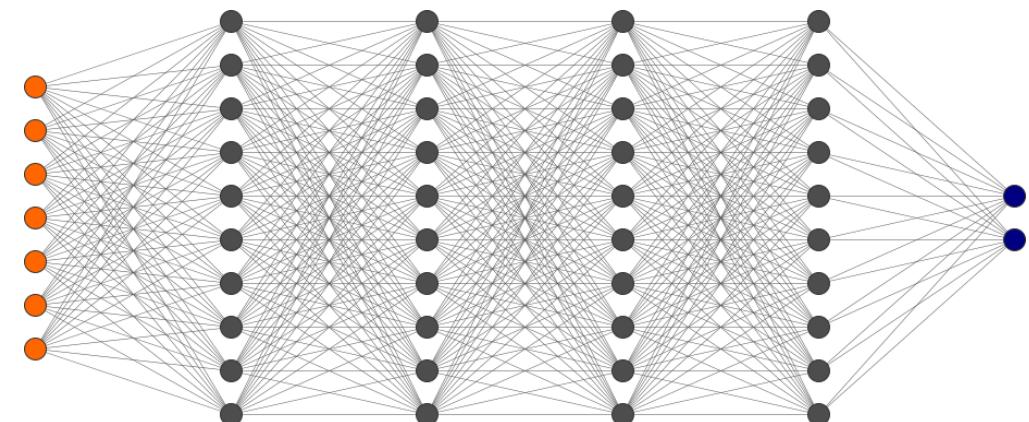
Réseaux de neurones simples



Entrée des données



Apprentissage profond



Traitement



Sortie



Apprentissage profond: pourquoi maintenant ?

1943 – Mathématique des réseaux de neurones - Walter Pitts & Warren McCulloch

1950 – Prédiction de l'apprentissage machine - Alan Turing

1959 – Découverte des cellules simples et complexes - David H. Hubel & Torsten Wiesel

...
1979-80 – Un réseau de neurones identifie des patrons - Kunihiko Fukushima

1986 – Amélioration de la rétro-propagation par David Rumelhart, Geoffrey Hinton, & Ronald J. Williams

1989 – Identification de chiffres écrits à la main - Yann LeCun

1993 – Une tâche ‘very deep learning’ est résolue - Jürgen Schmidhuber

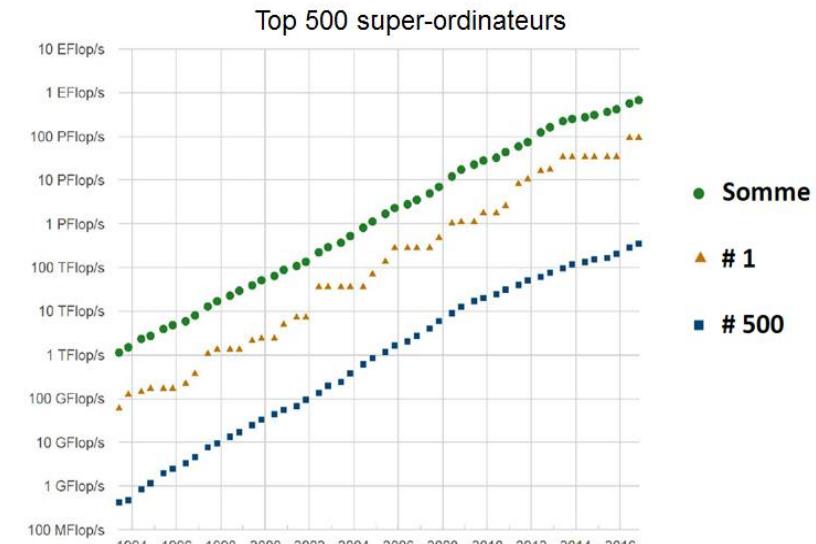
1995 – Support vector machines - Corinna Cortes & Vladimir Vapnik

1997 – Long short-term memory - Schmidhuber & Sepp Hochreiter

1998 – Gradient-based learning - Yann LeCun

2009 – ImageNet - Fei Li

2014 – Generative Adversarial Networks (GAN) - Ian Goodfellow et co-auteurs



1995 → 2018
4 mois → 1 seconde
10 millénaires → 1 nuit

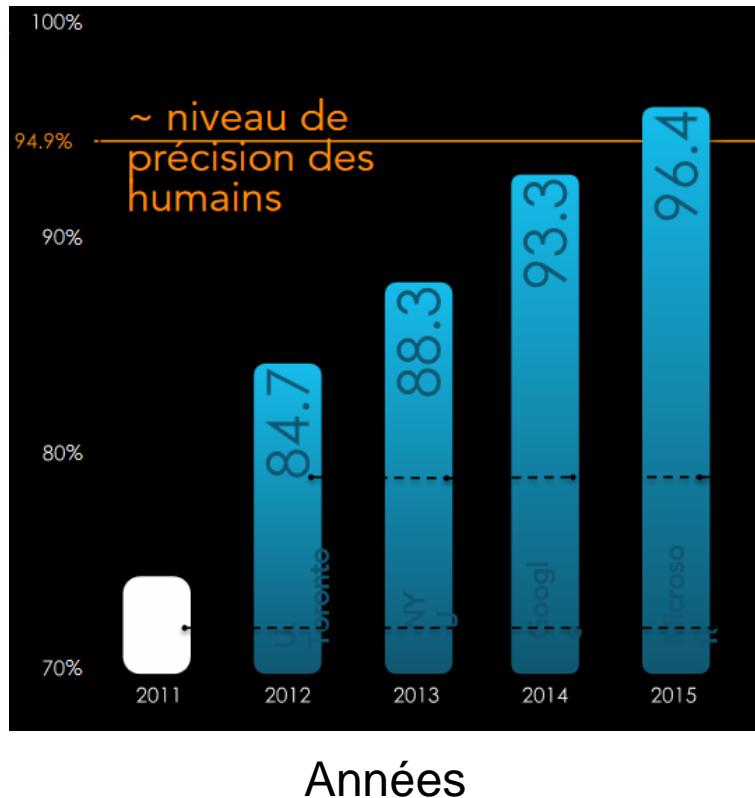


Source: Alain Tapp / IVADO - MILA 2018

Date importante: 2015

Quand la machine dépasse l'homme dans la reconnaissance d'images.

Taux de succès



ImageNet: Catégorisation en 1000 classes, Top 5.



<http://image-net.org> | 14 197 122 images, 1000 catégories

Source: Alain Tapp / IVADO - MILA 2018

Apprentissage profond et agriculture

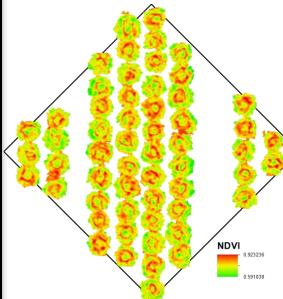
On peut faire quoi avec l'apprentissage profond?

Identification



e.g
insectes,
bactéries

Classification



e.g
distribution de
la taille des
laitues

Quantification



e.g
sévérité
d'une
maladie

Prédiction

Données météo



Images NDVI

Rendement
Maladies

Données connexes

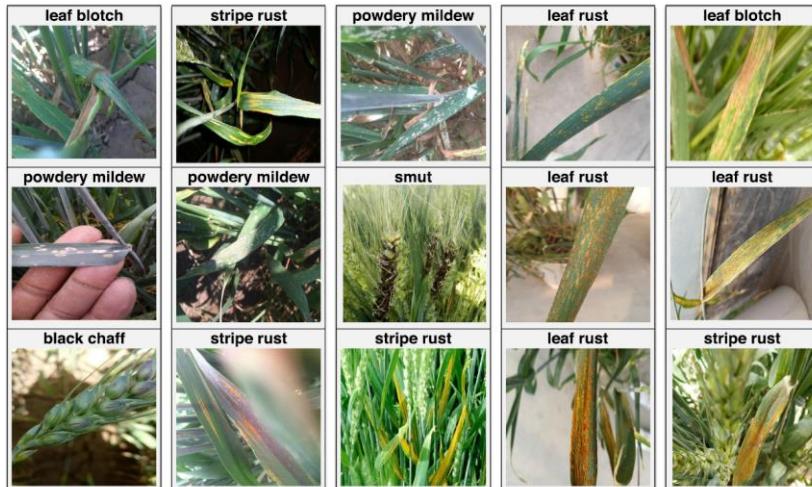
Robots

- Détection automatique des rangs
- Reconstruction de la carte du terrain
- Désherbage automatique
- Application automatique de pesticides / herbicides



Les données en IA

C'est ce qui est le plus important pour l'instant.

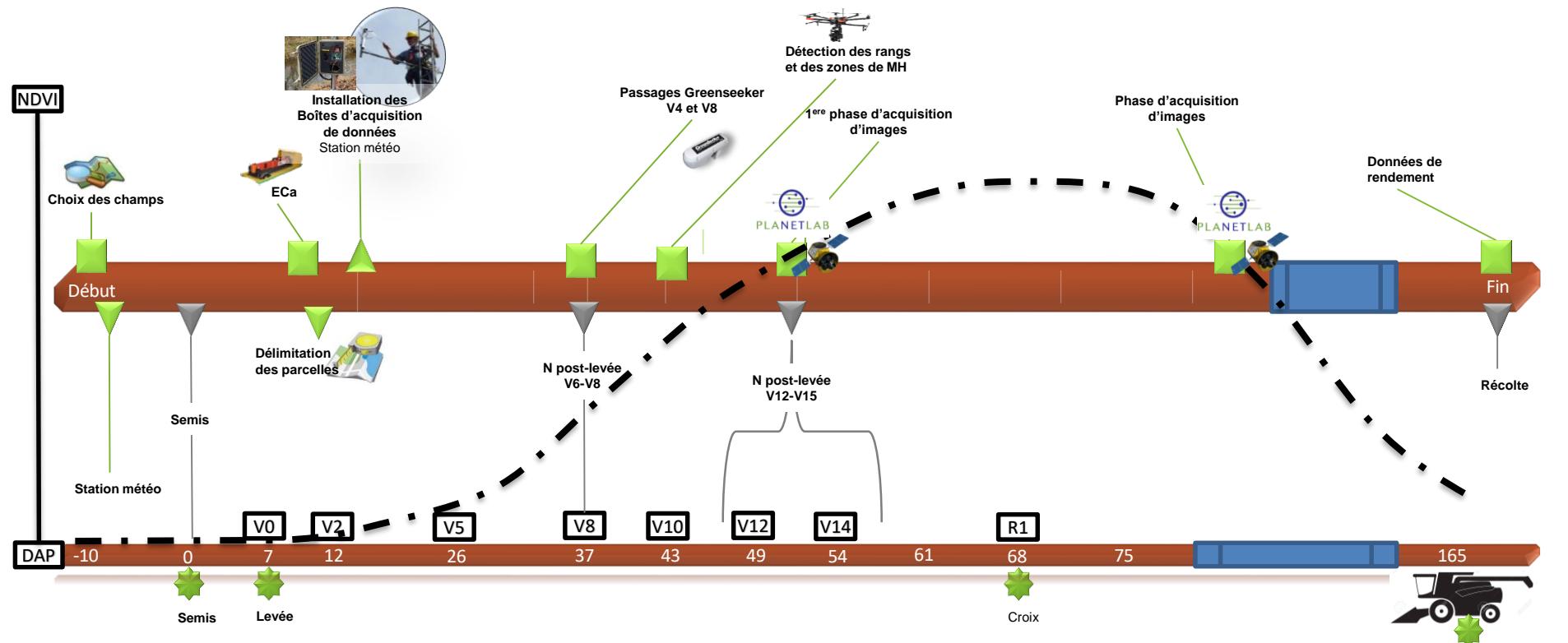


An in-field automatic wheat disease diagnosis system (2017) Jiang Lu, Jie Hu, Guannan Zhao, Fenghua Mei, Changshui Zhang

- Qui **représentent** bien les conditions d'utilisation de vos applications
- En **quantité conséquente (*big data*)**
- Structurées ou non, mais avec **un sous-ensemble étiqueté (géoréférence)**
- **Non-stationnarité**
 - Disponibles avant le début du projet

But: prédire le rendement

Question : satellite, drone ou capteur?



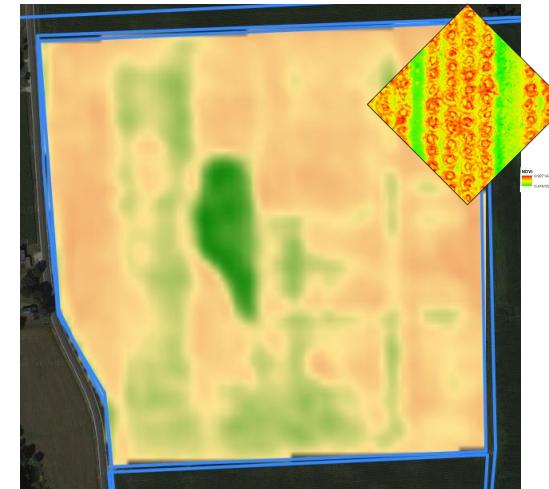
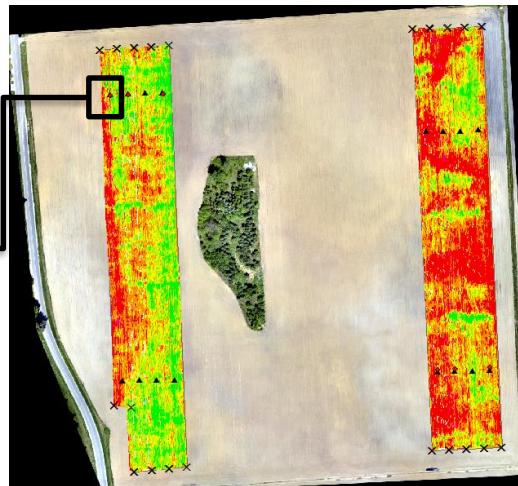
Problème actuel: une seule donnée

Plusieurs format, plusieurs résolution, plusieurs temps, pas d'usage clair!

Capteur NDVI



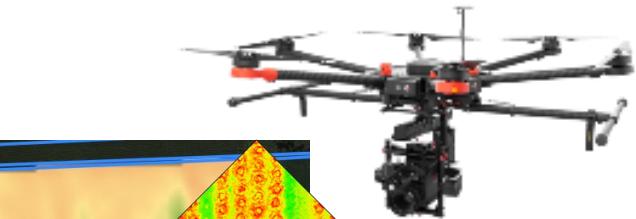
Plusieurs fois par jour



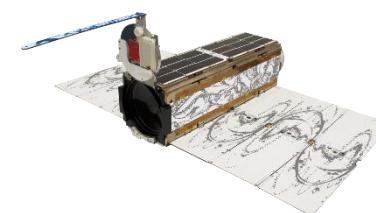
Meilleure résolution



Bonne résolution

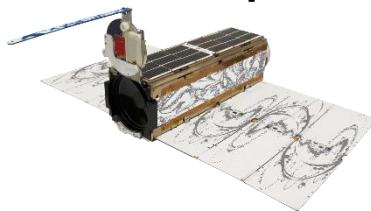
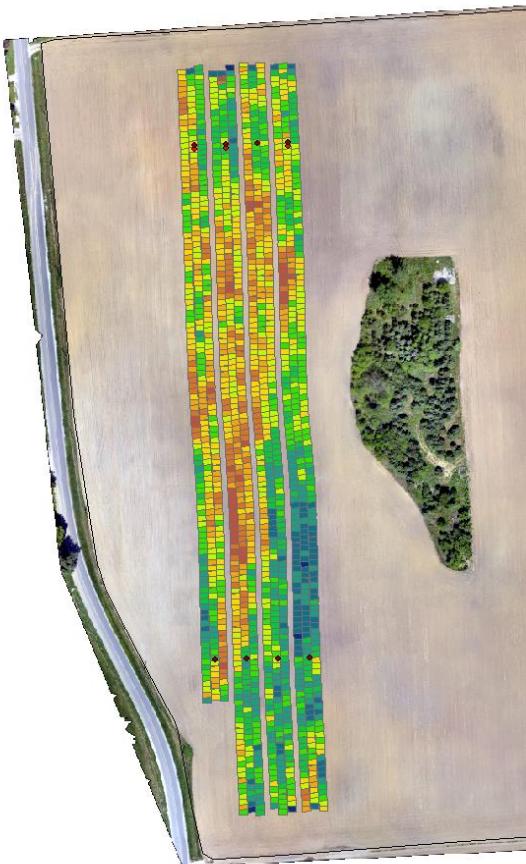


Une fois par jour



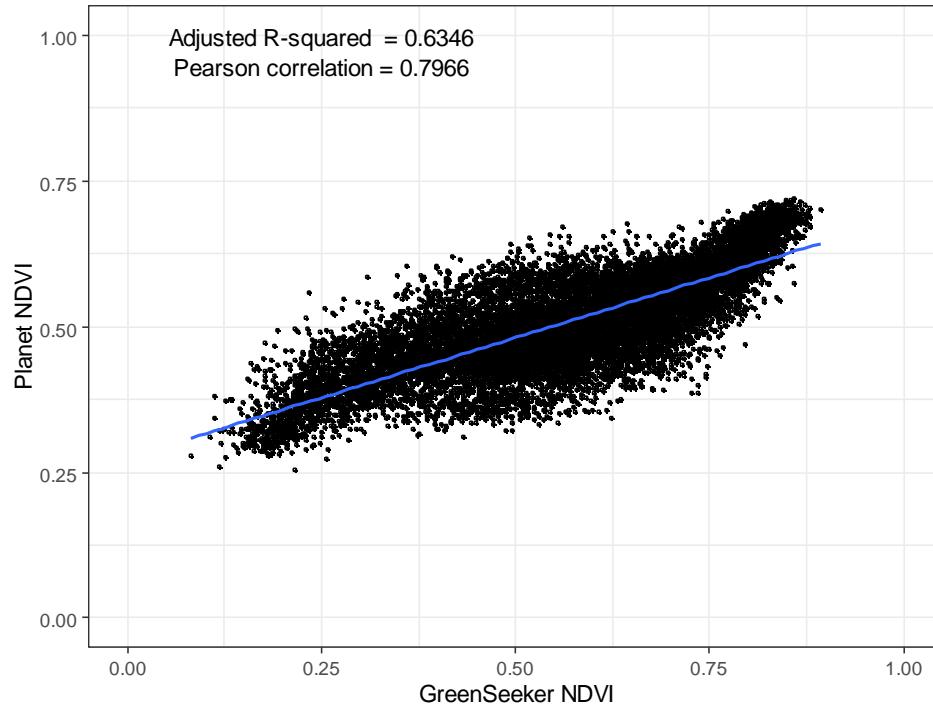
Question 1 : satellite ou capteur?

Est-ce qu'on a les mêmes données pour le même endroit?



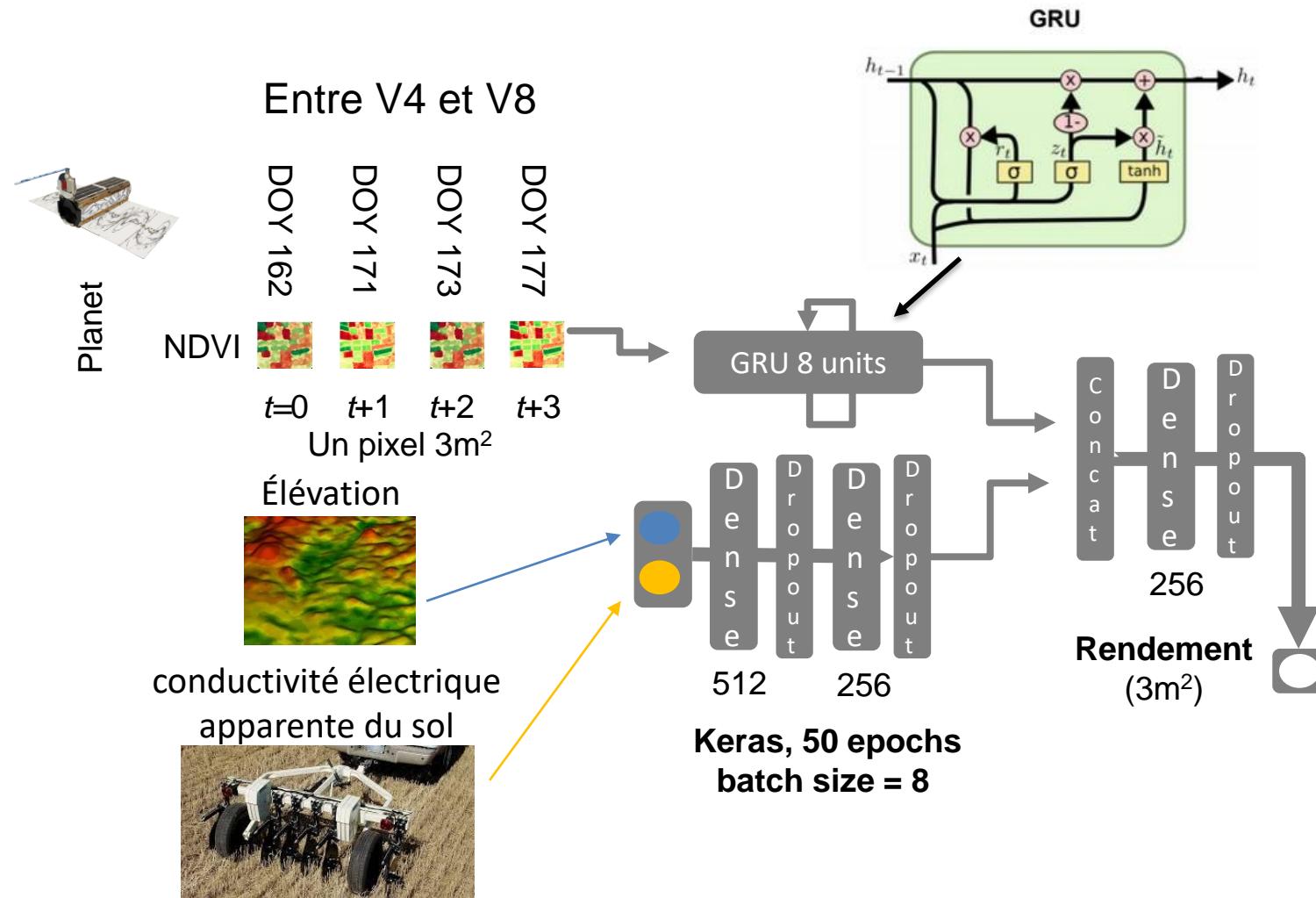
GreenSeeker vs Planet NDVI

DOY: 162, 171, 173, 180



Question 2 : données dynamiques?

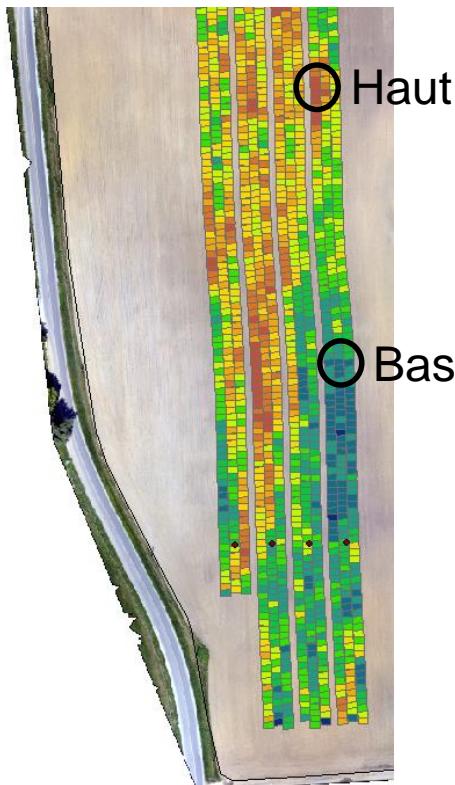
Utilisation de cellules mémoires (GRU) pour une meilleure prédition du rendement?



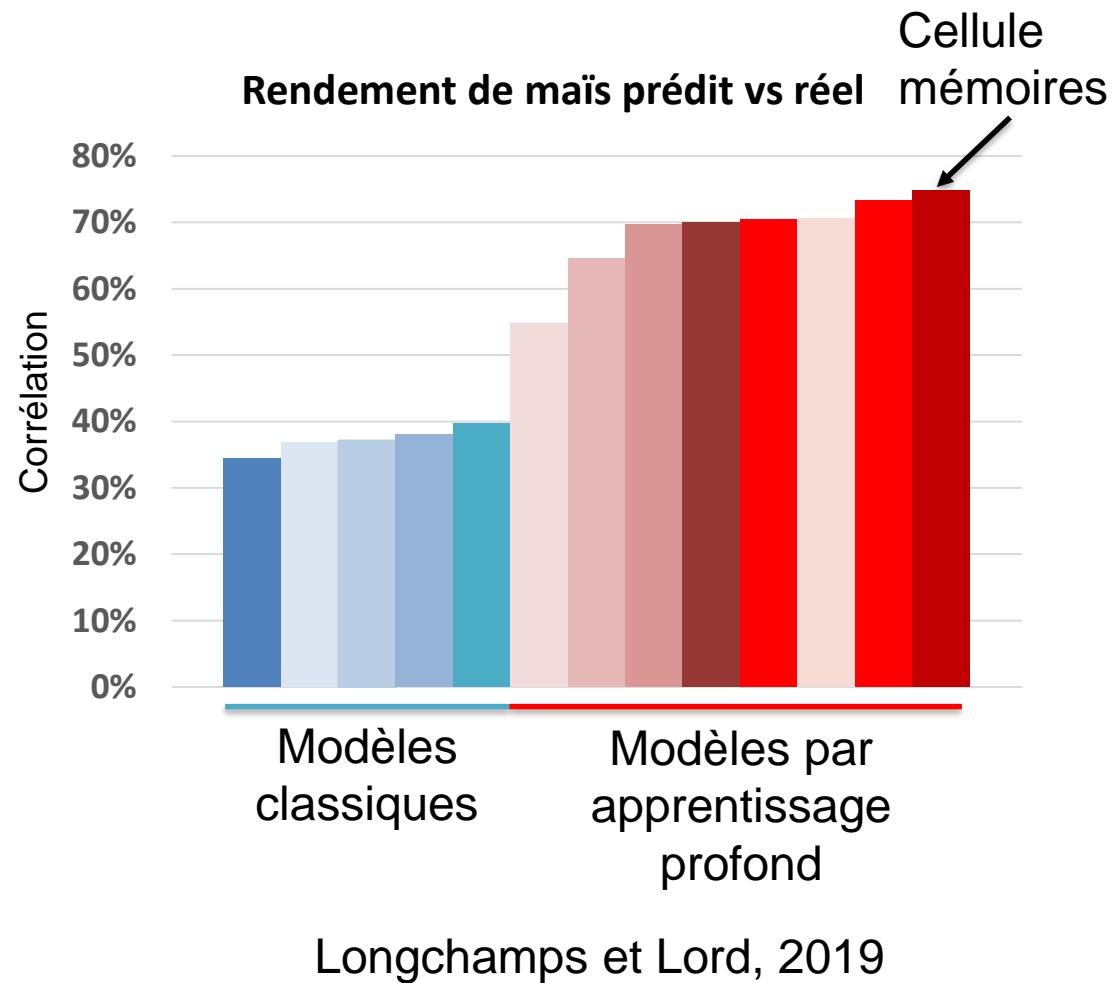
Prédiction du rendement précoce

3185 points (70% entraînement / 15% validation/15% test)

Carte du rendement



Données satellites avec
4 bandes spectrale ($3m^2$)



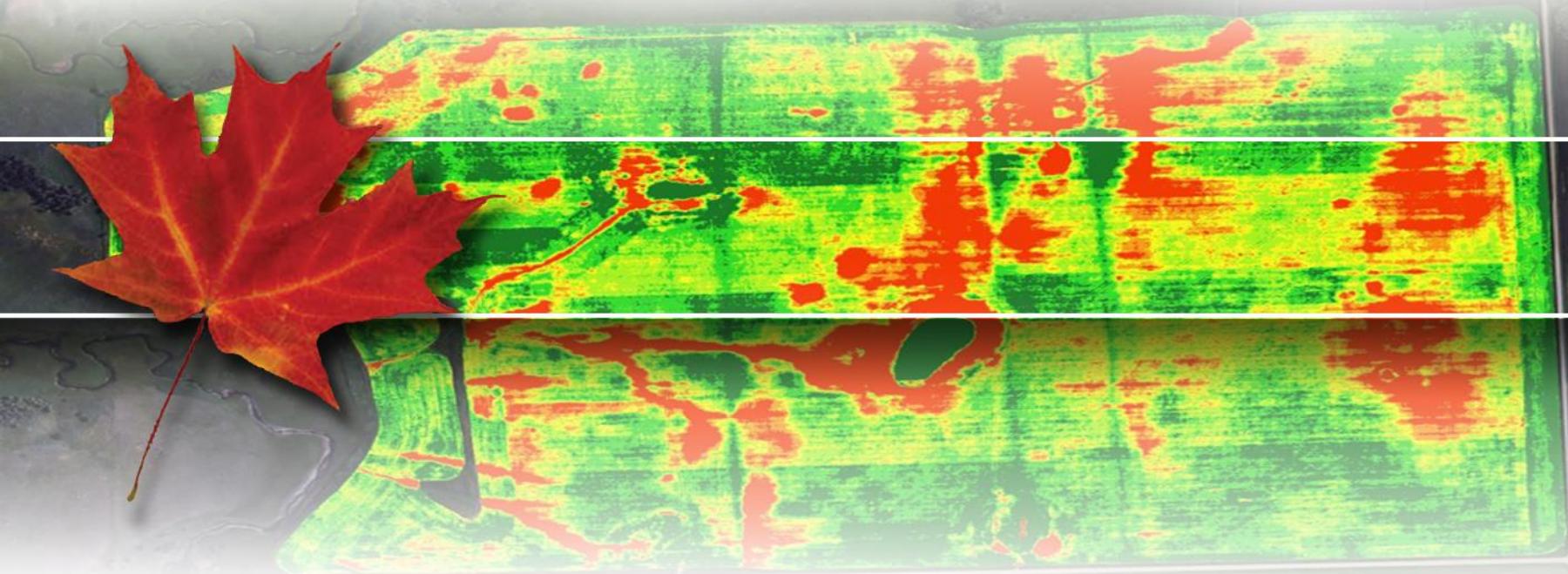
La suite

- Différentes cultures horticoles...
- Intégrer les données météorologiques...
- Généralisation du modèle à d'autres champs en fonctions des intrants.
- Robot?



Conclusions

- L'apprentissage profond **est meilleur que les modèles classiques** pour la prédiction du rendement.
- L'information dynamique (à plusieurs dates) semble améliorer les prédictions.
- Il faut commencer à recueillir les données maintenant pour pouvoir profiter de l'apprentissage profond à l'échelle d'une parcelle.



Remerciements

Edith Fallon, Louis Longchamps, Benjamin Mimee, Arianne Deshaies, Pierre-Yves Véronneau, Nicolas Tremblay, François Chrétien, Nathaniel Newlands