

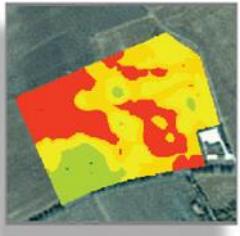
De nouvelles technologies pour la conduite des grandes cultures

Forum Teratec 28/06/2017

Marion Carrier

Des enjeux et des technologies

- Hétérogénéités spatiales fortes



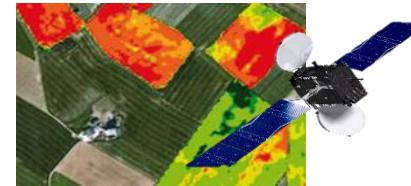
- Difficulté d'accès aux données (plante, qualité, sol...)



- Liaison entre observation/besoin de la plante/impact gestion ?



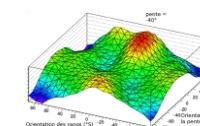
- Observation des cultures



- Analyse de données et simulation pour un diagnostic de l'état global des cultures et la prédition



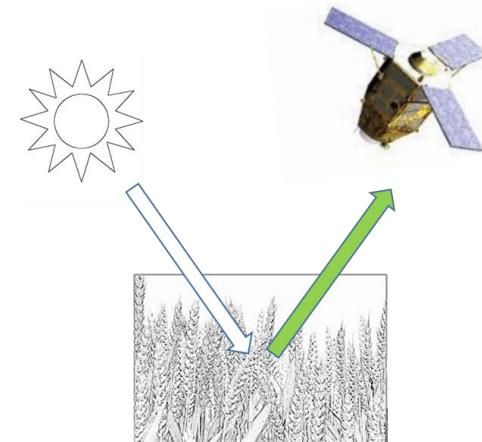
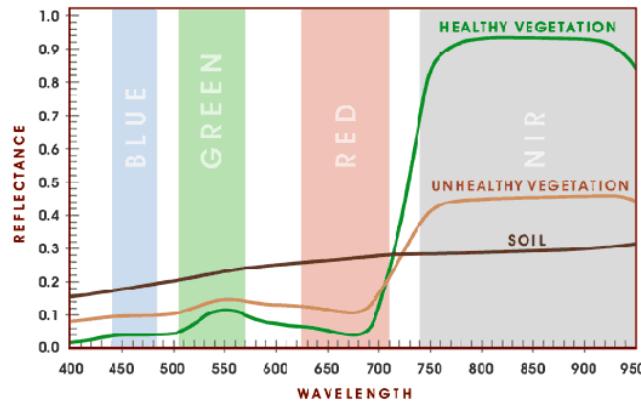
- Optimisation par identification des actions améliorantes sur le système



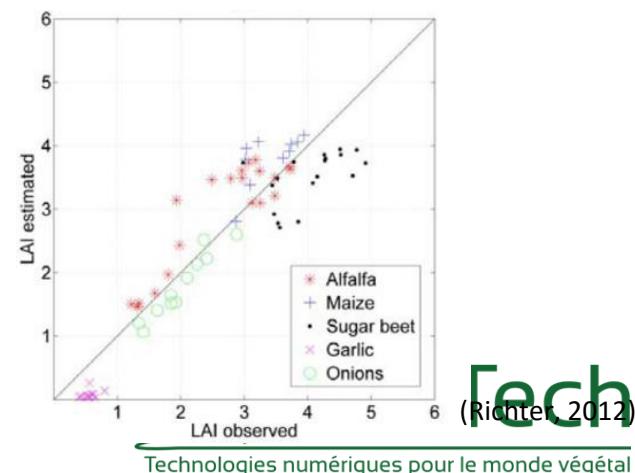
Imagerie pour l'observation des cultures

► Imagerie optique

► Observation de la couleur des surfaces (réflectance)



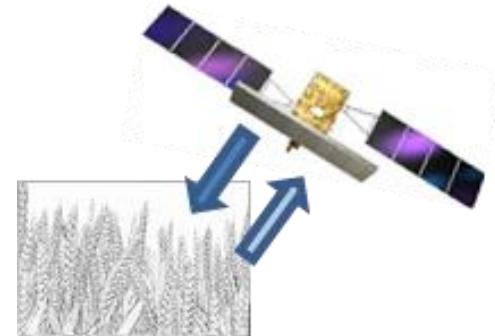
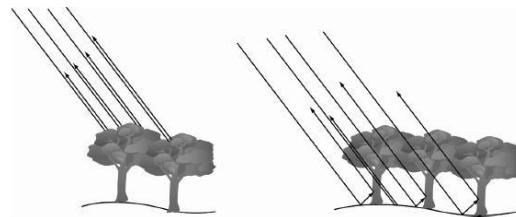
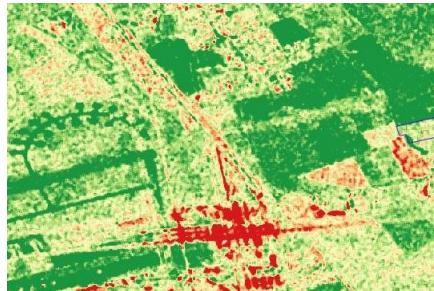
► Décorrélé pour fournir l'état physiologique des cultures : volume foliaire, santé



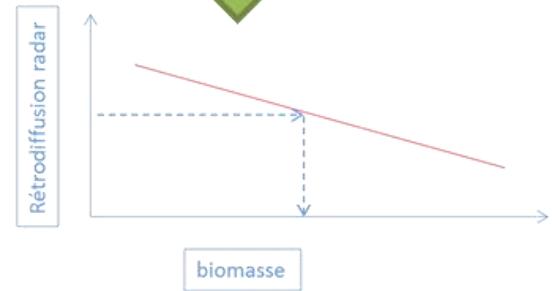
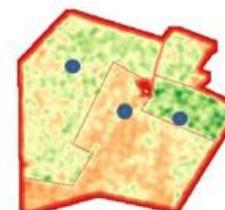
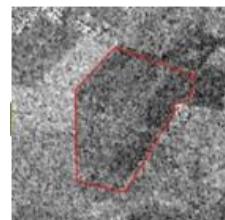
Imagerie pour l'observation des cultures

► Imagerie radar

- Radar \Leftrightarrow indépendant des conditions météorologiques
- Observation du relief des surfaces (rétrodiffusion)



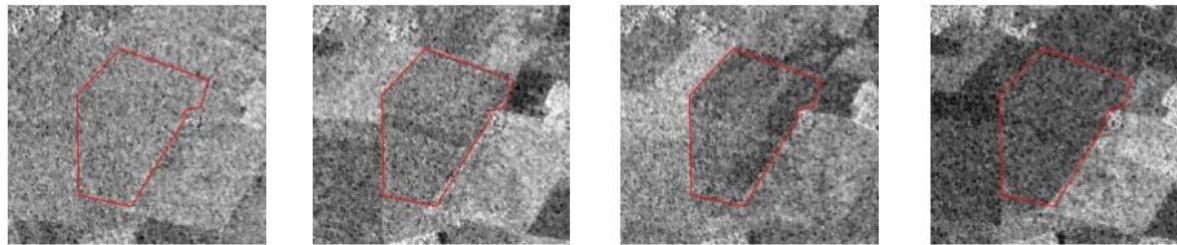
- Calibré pour fournir l'état physiologique des cultures



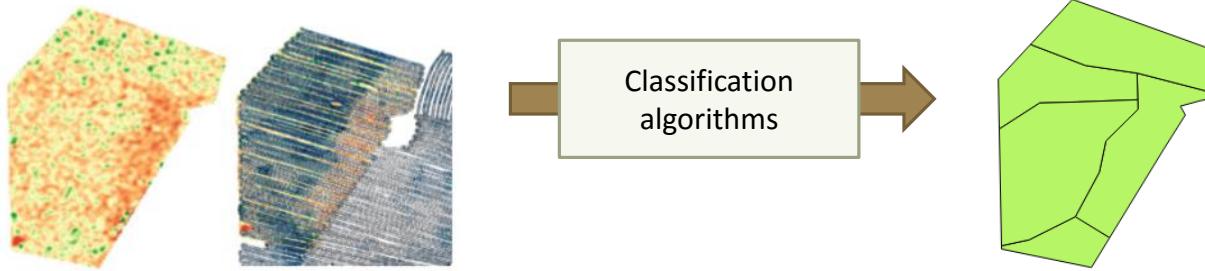
Imagerie pour le suivi des cultures

► Observations fréquentes

- permettent le suivi de l'évolution des plants
- permettent la détection des anomalies (apparition d'hétérogénéités...) :



► Déterminer les hétérogénéités intra parcellaires pertinentes pour la plante

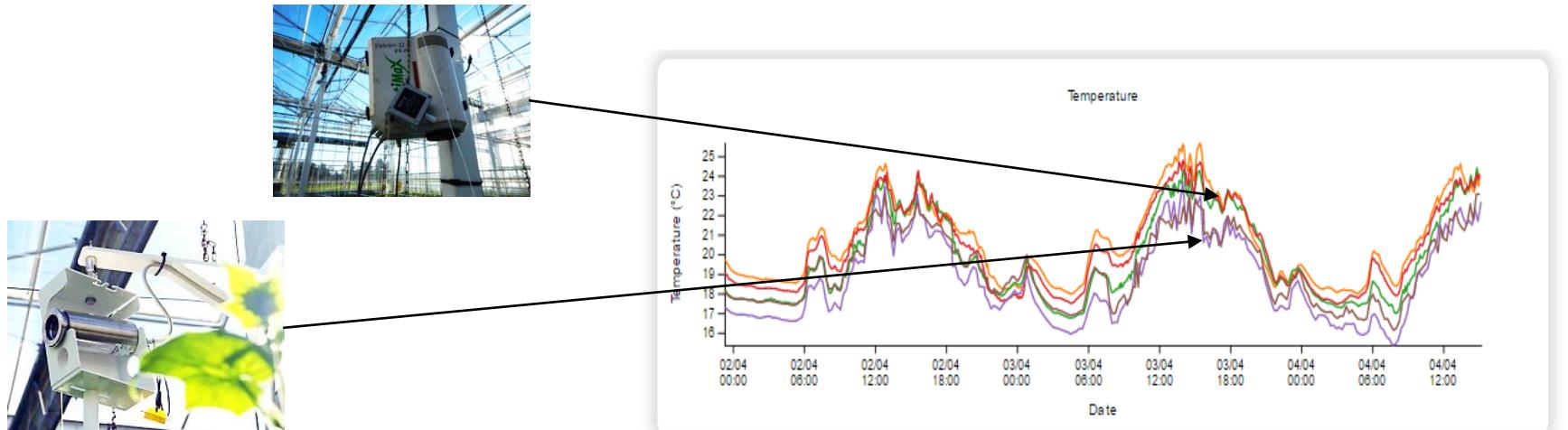


Radar imaging

soil conductivity measurement,
yield historical maps...

Classification
algorithms

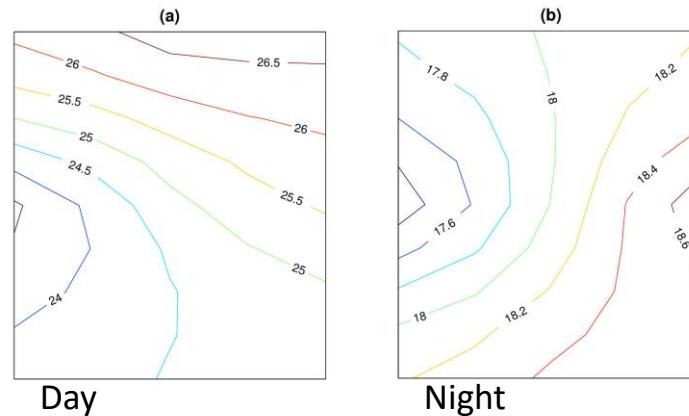
Mesure ponctuelle, IoT & spatialisation



Remontée temps réel
des données climatiques

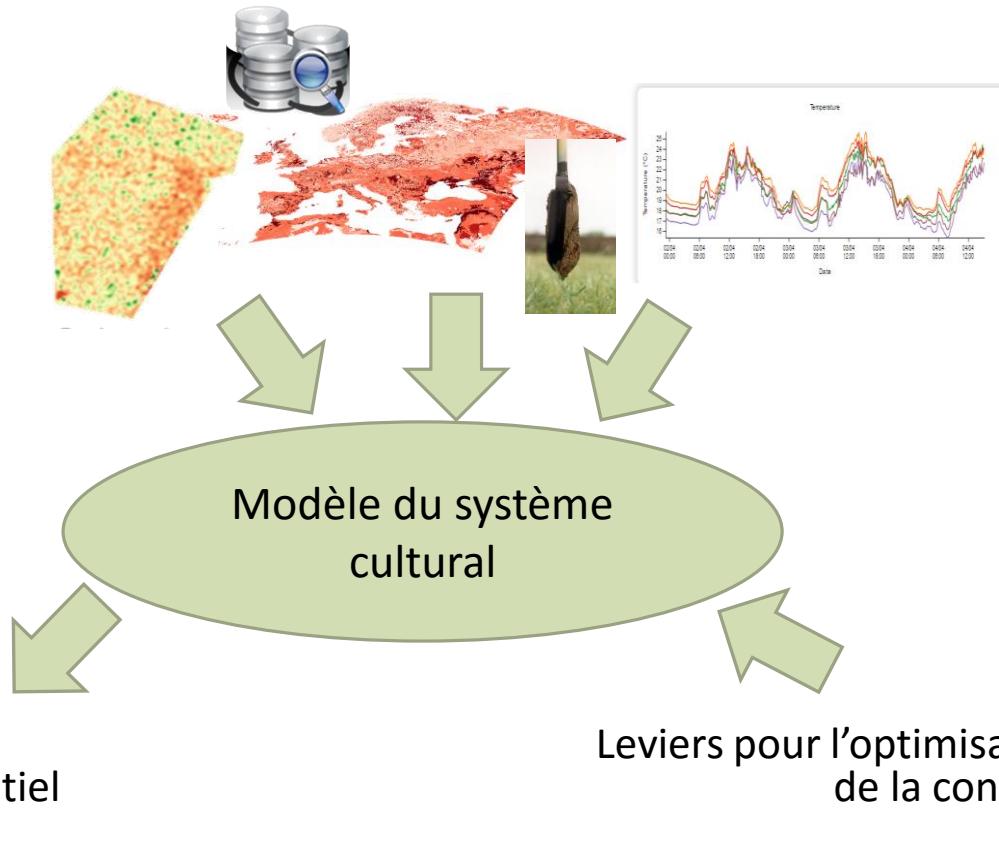


Spatialisation des données climatiques



Optimisation des procédés agricoles par les modèles

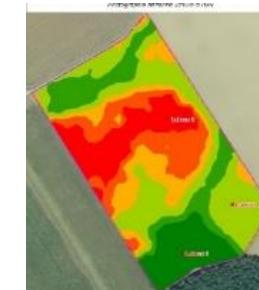
- Relier ces informations entre elles et en extraire des informations clés pour les acteurs de la production :



Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation

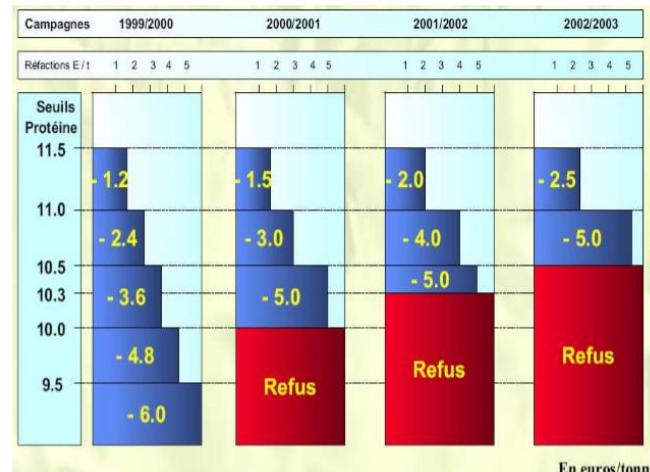
Problématique

- Potentiels de rendements hétérogènes à l'inter et à l'intra parcellaire



Carte d'hétérogénéité des sols

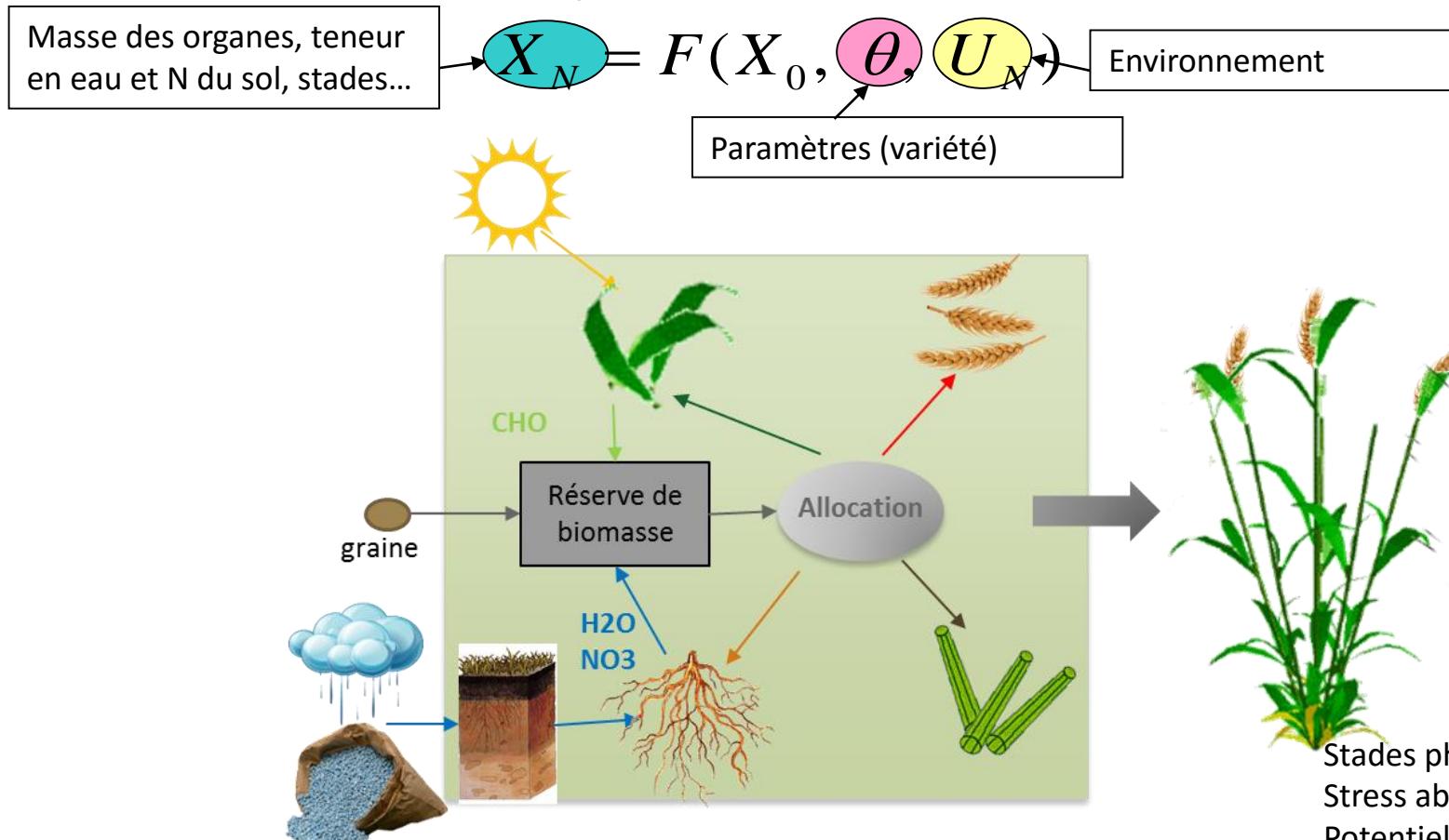
- Teneur en protéines : critère qualitatif/nutritionnel majeur
 - =>Dépend de la « dilution » dans la biomasse carbonée
 - =>Dépend de l'azote
- L'azote est le plus haut poste à charge
 - Absorption fortement corrélée à la physiologie de la plante et à l'environnement



Evolution du prix du blé suivant les exigences en teneur en protéines CA Lorraine

Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation

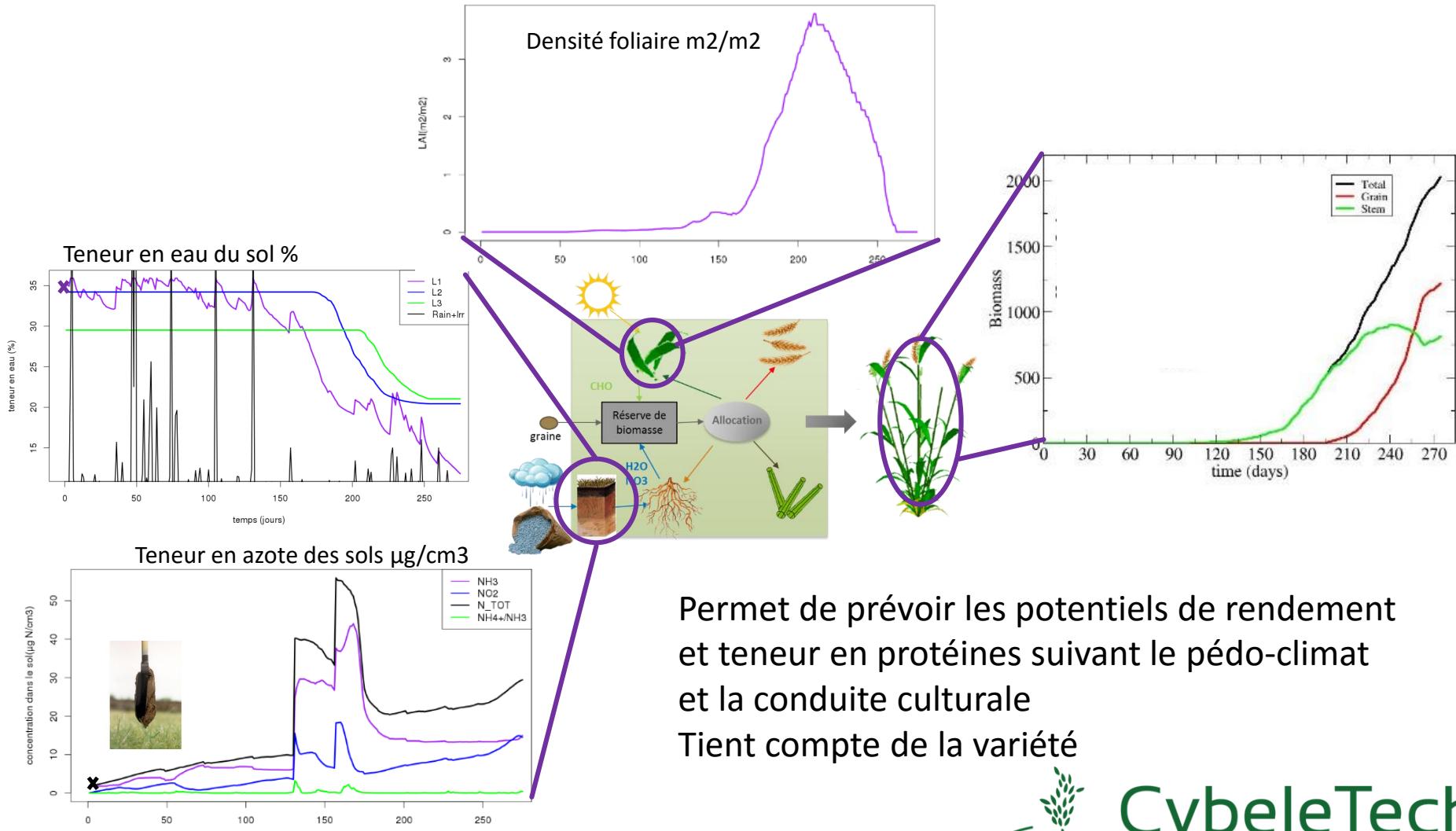
Modélisation du cycle cultural



A partir de connaissances en écophysiologie, agronomie, physique, botanique...

Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation

Modélisation du cycle cultural



Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation

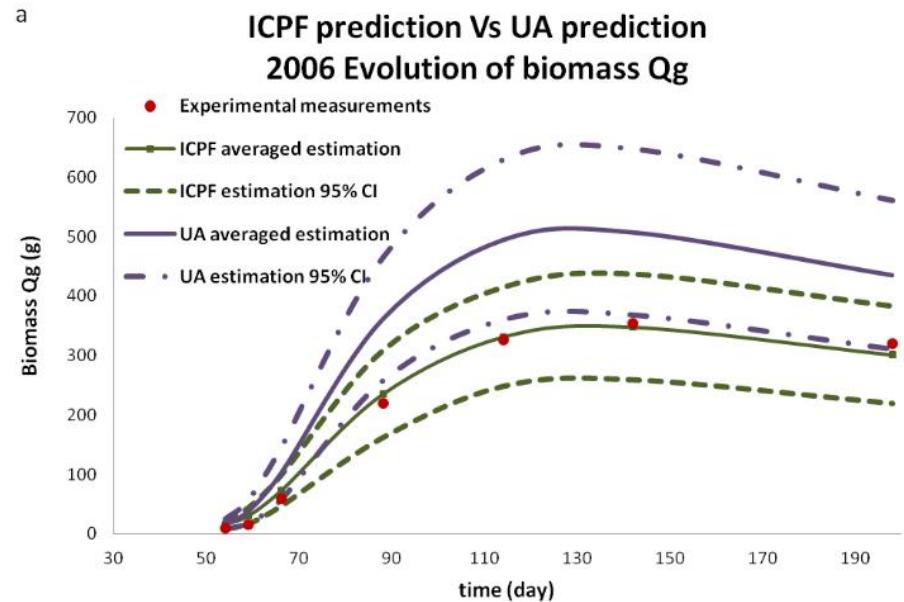
Assimilation de données

Grâce à des observations « en ligne » de la culture (biomasse, reliquat...)

Correction des états et du passé de la culture

Modèle non linéaire

Erreurs non gaussiennes



=> Prise en compte de propriétés méconnues du pédoclimat, accidents culturaux...

Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation

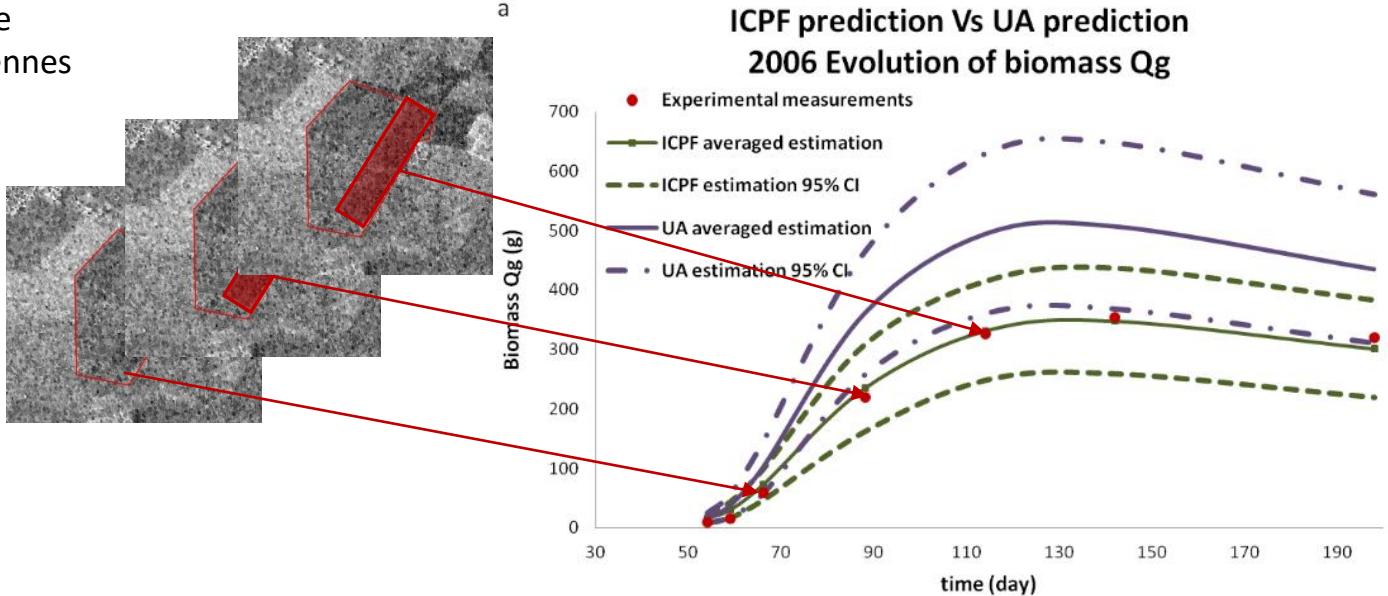
Assimilation de données

Grâce à des observations « en ligne » de la culture (biomasse, reliquat...)

Correction des états et du passé de la culture

Modèle non linéaire

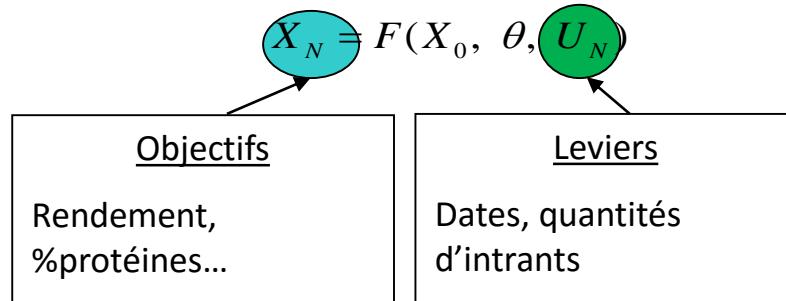
Erreurs non gaussiennes



=> Prise en compte de propriétés méconnues du pédo climat, accidents culturaux...

Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation

Traduction en problème d'optimisation multi-objectifs



$$\max_{Q_N, d_N} \sum R_i \times f(P_i) - \sum Q_N \times p_N$$

avec R_i le rendement,

P_i taux de protéines conditionnant le prix,

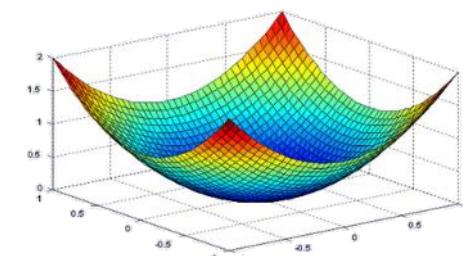
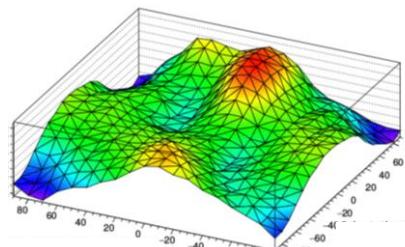
Q_N la quantité de fertilisant appliquée,

p_N son prix,

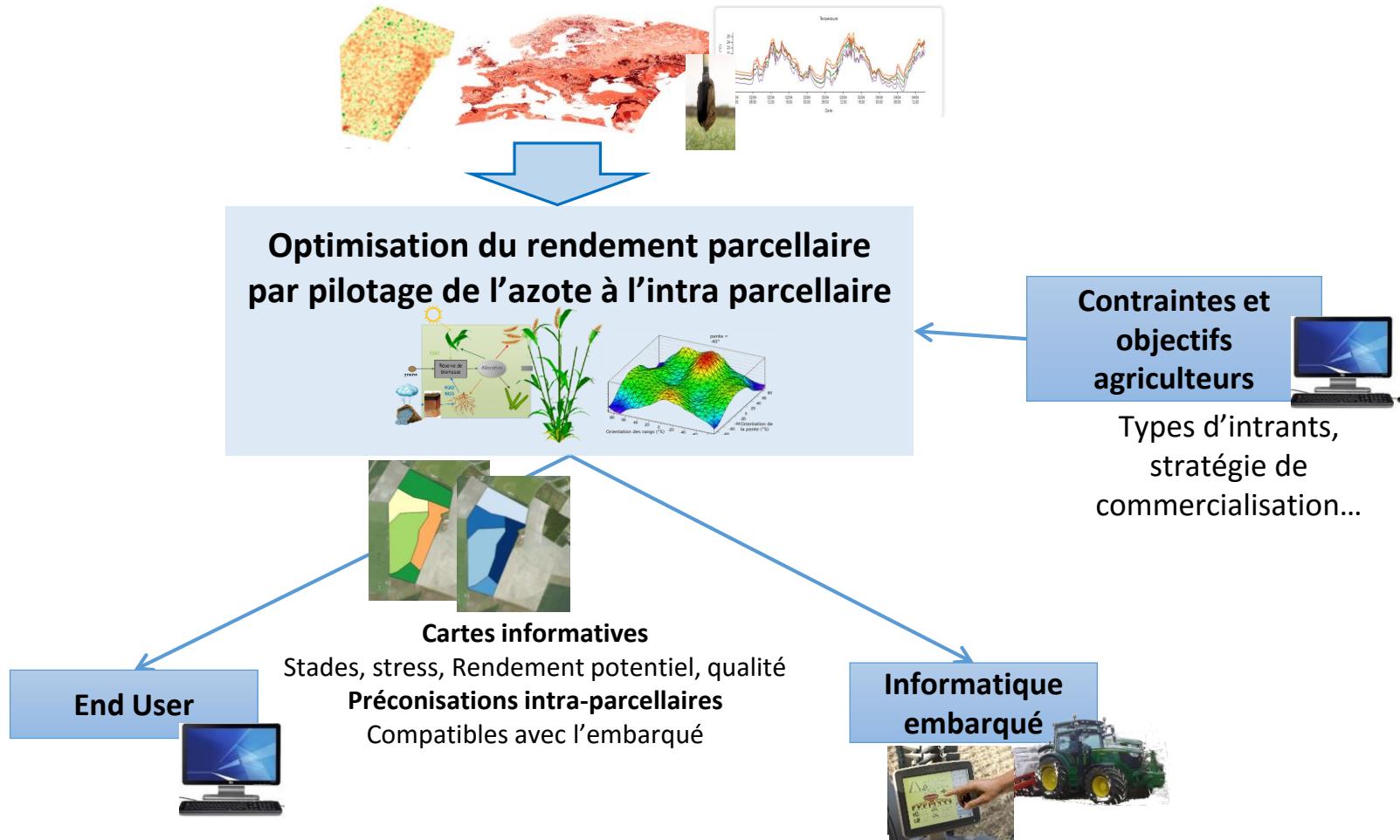
d_N la date de chaque application.

$$\text{sc } \sum Q_N < D \dots$$

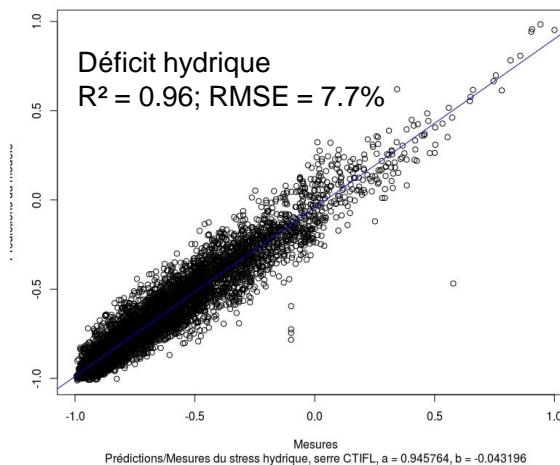
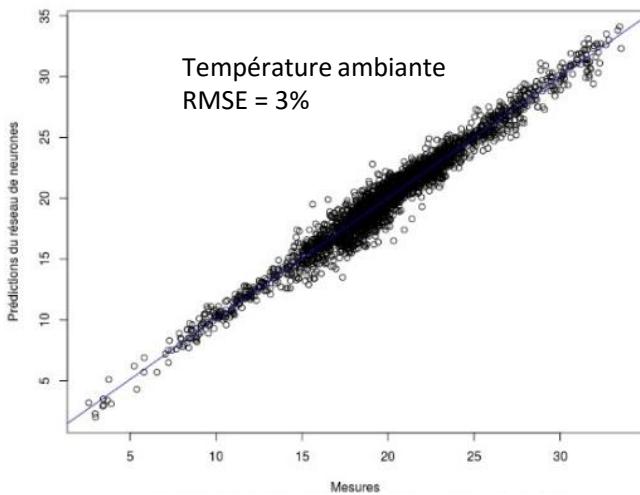
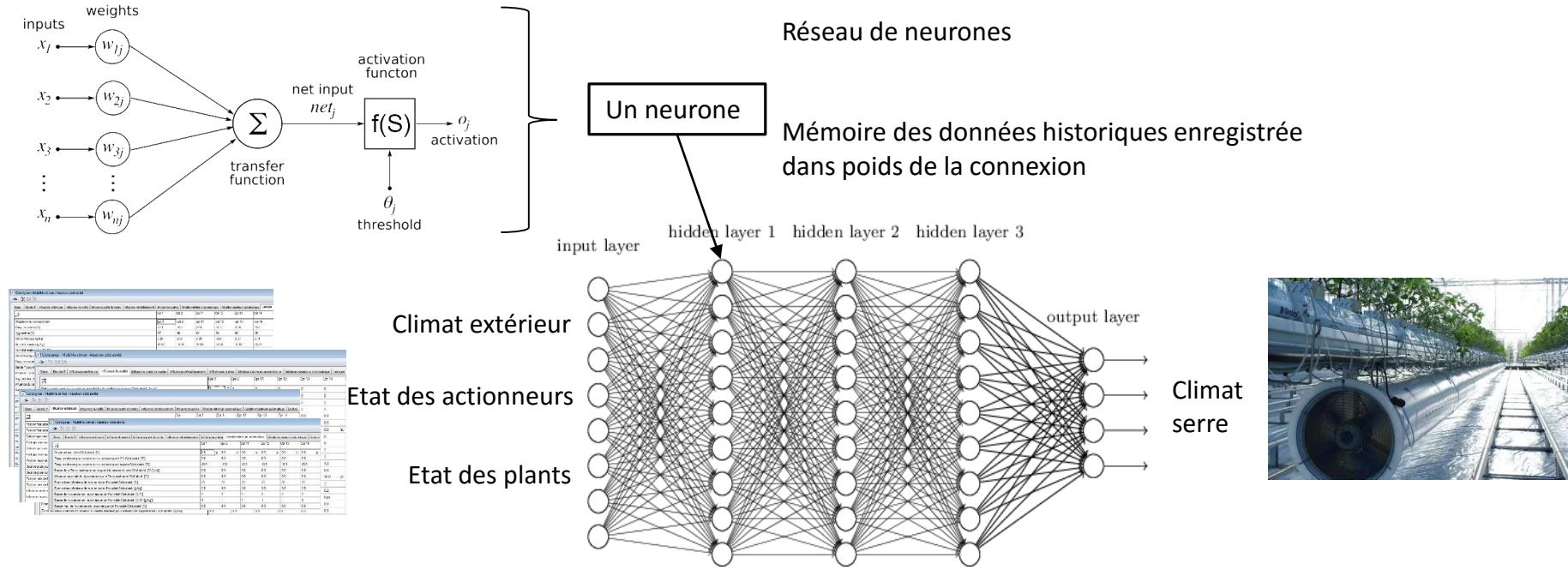
Fonction non convexe, recherche de la solution globale par une métahéuristique



Exemple 1 : Optimisation des rendements et protéines du blé par la fertilisation



Exemple 2 : Qualité environnementale et énergétique

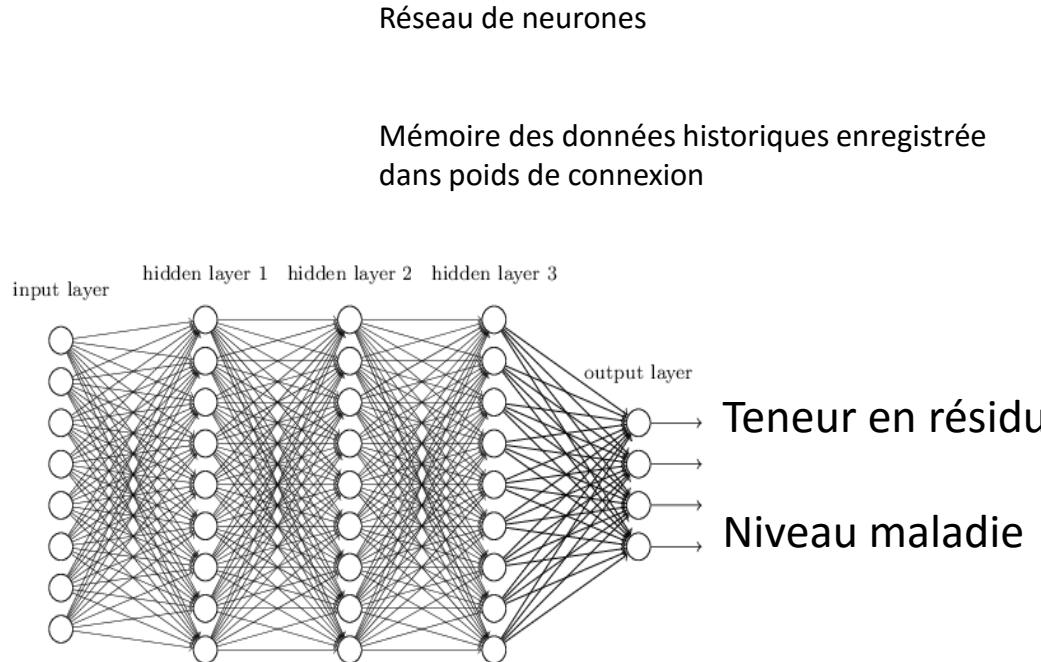


⇒ Rechercher la combinaison d'actions
 - la plus efficace
 - la moins couteuse
 pour respecter une consigne

Exemple 3 : Qualité environnementale et sanitaire



Cahiers de cultures
Espèce
Variété
Données météorologiques
...
...

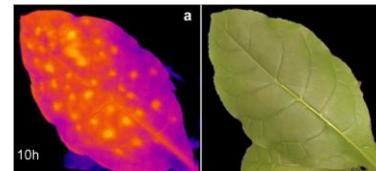


- ⇒ Identifier les scénarii de traitement permettant
- de limiter la teneur en résidus
 - tout en garantissant un risque maladie faible ou nul

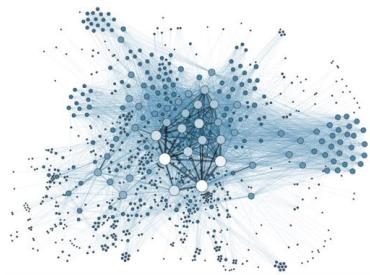
Conclusion

Innovation conjointe nécessaire dans différents domaines pour gagner en précision

- ▶ Des vecteurs d'acquisition plus proches de la plante, plus temps réel, moins coûteux



- ▶ Une exploitation corrélée de ces données



- ▶ Des outils en cohérence avec les outils d'application



- ▶ Des technologies évolutives

