



Phénotypage et télédétection pour les grandes cultures : possibilités et applications

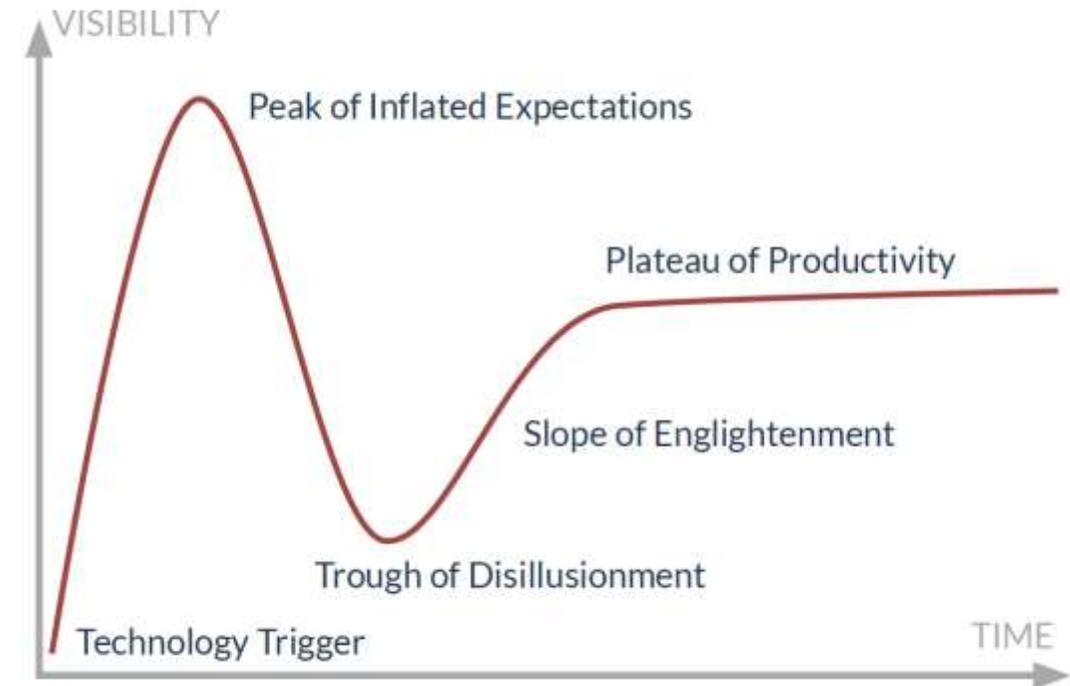
Prof. Achim Walter

Institut für Agrarwissenschaften und Direktor des ETH Studio AgroFood

ETH Zürich

Remarques préliminaires: digitalisation et agriculture en général

- Le 'Big Data' et la digitalisation créent des possibilités pour des changements majeurs du système, parfois perturbants
- Nous commençons à identifier les opportunités et les risques (à droite: peak of 'inflated expectations'), mais il faudra un certain temps avant que le système agricole en Suisse soit fortement impacté
- Cependant, la Suisse possède de solides compétences en matière de développement technologique et d'agriculture durable: nous devons donc tous jouer un rôle actif dans ce processus.



Structure de la présentation

- Définitions et introduction avec des exemples tirés de la recherche
 - Télédétection
 - Phénotypage
- Applications pour les grandes cultures et la sélection variétale
 - Robot de travail du sol et de traitement
 - Robot pour la récolte
 - Développement rapide de nouvelles variétés
- Résumé et perspectives

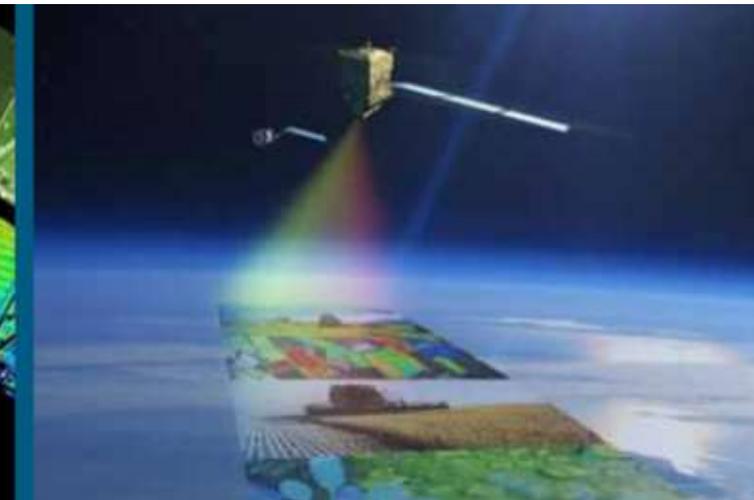
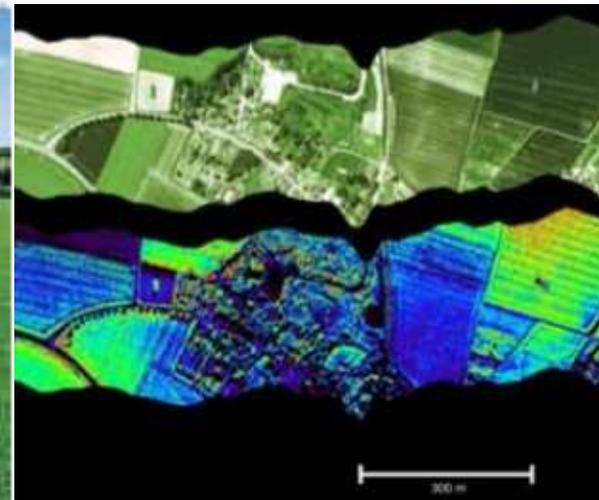
Téledétection: base de 'l'agriculture de précision'



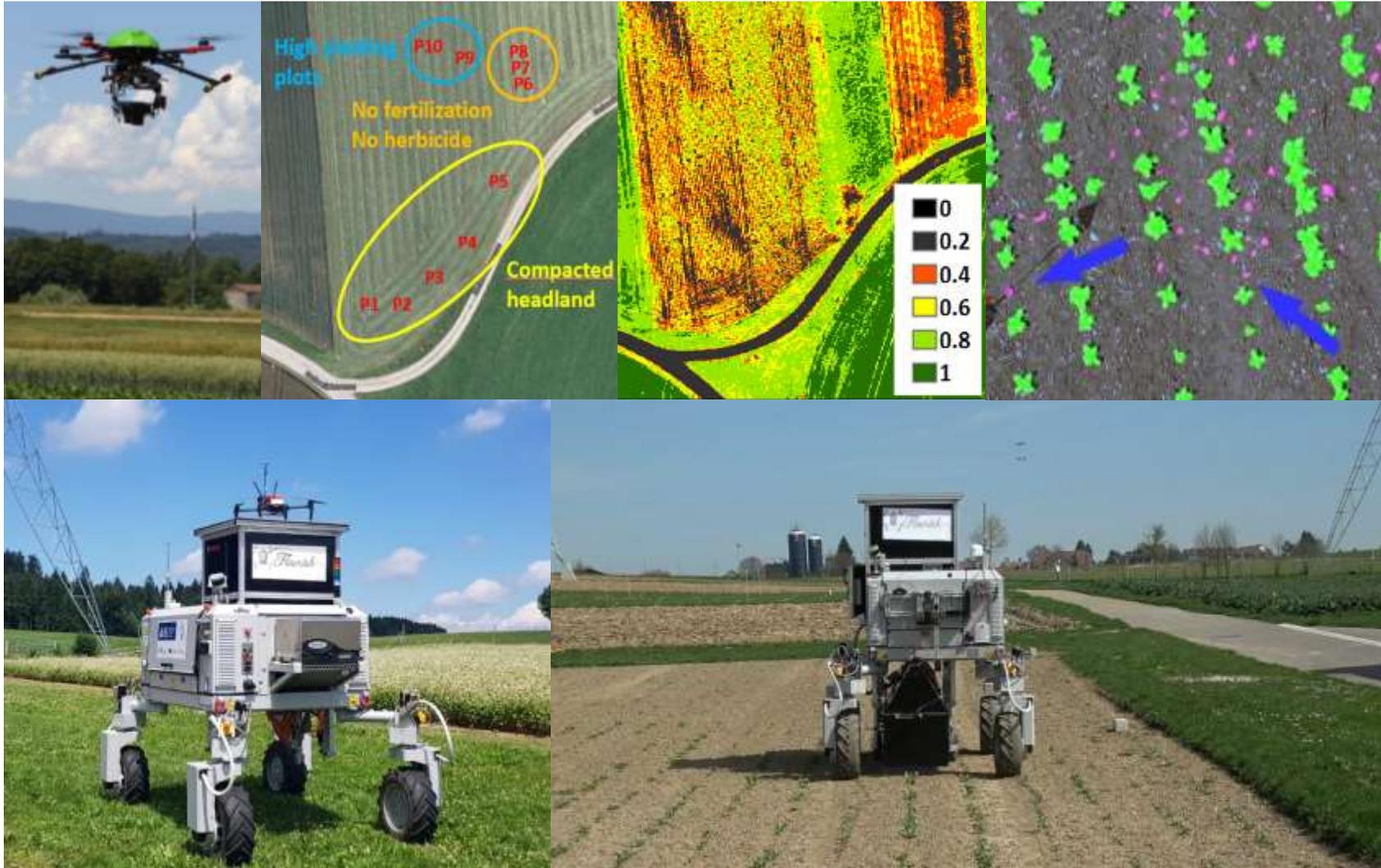
Systèmes de capteurs (de satellites, avions, tracteurs):

- Les systèmes actifs (à gauche) éclairent une situation et mesurent l'intensité de la lumière réfléchiée à différentes longueurs d'onde (par exemple, rouge et infrarouge)
- Systèmes passifs (ci-dessous): la lumière solaire est réfléchiée

Applications : Sur la végétation ou le sol ? Herbicides !
Couleur des feuilles ? Recommandation de fumure !



Exemple de recherche de l'ETH: Projet UE Flourish



- Drone utilisant un capteur passif pour déterminer l'emplacement des zones d'adventices ou des zones à problèmes sur la parcelle
- Le Cloud envoie cette information aux robots au sol (Bonirob, Amazone)
- Bonirob y va et détermine au mieux avec un capteur actif si une action est nécessaire (désherbage mécanique, fertilisation, ...)

Phénotypage: mesure exacte des plantes

- Au laboratoire: transport de plantes sur un tapis roulant vers des caméras (dans le commerce depuis 10 ans, par exemple le Scanalyzer de la Firme Lemnatec, voir photos)
- Mesures: taille, accroissement, ramification, réaction au stress hydrique, température, produits phytosanitaires, etc.
- Comparaison avant tout des génotypes dans des expériences de sélection variétale
- Utilisation chez tous les grandes semenciers
- Les premières installations sont en cours d'implantation sur le terrain: introduction de caméras pour les plantes

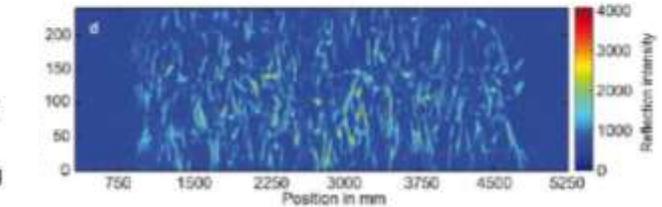
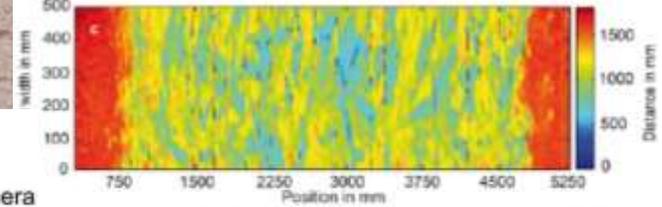
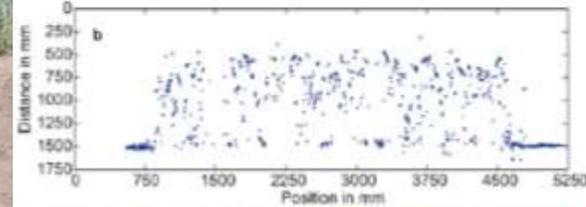
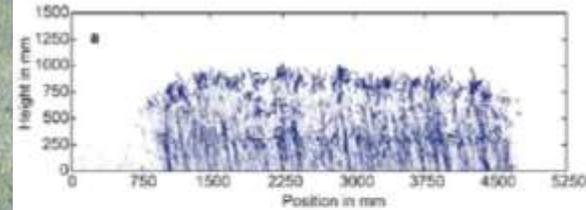


Phénotypage au champ avec une installation fixe

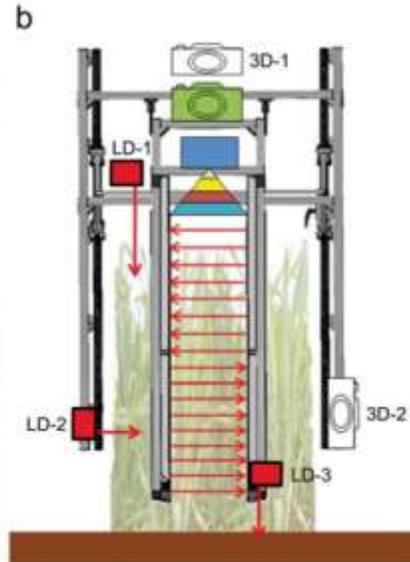
Premier produit : Scanalyzer field (Lemnatec), p.Ex.à Rothamstead, GB



Phénomobile – p.ex. remorque ,Breedvision‘en D



Phénomobil 'Hiphen', France



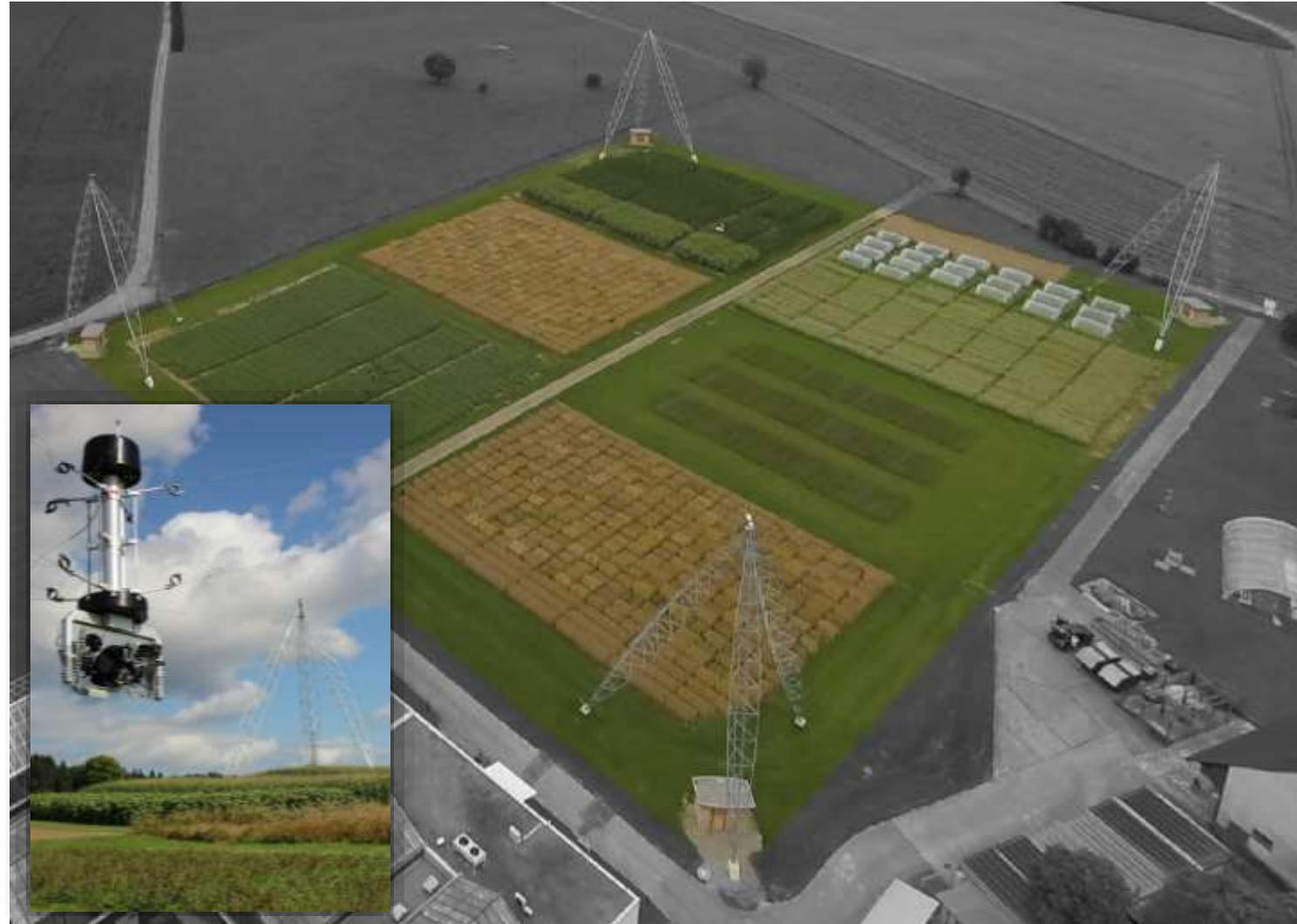
-  3D Time-of-Flight camera
-  Colour camera
-  Laser distance sensor
-  Hyperspectral imaging
-  Light curtain imaging

Source: Busemeyer et al. (2013) Sensors, Universities Osnabrück and Hohenheim, Germany

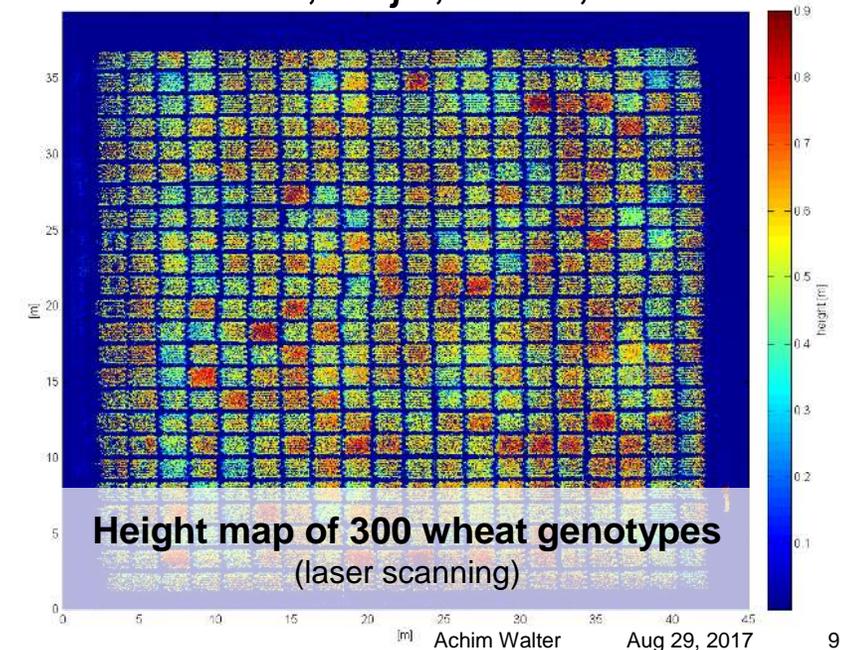


Appareil simple pour la recherche, USA

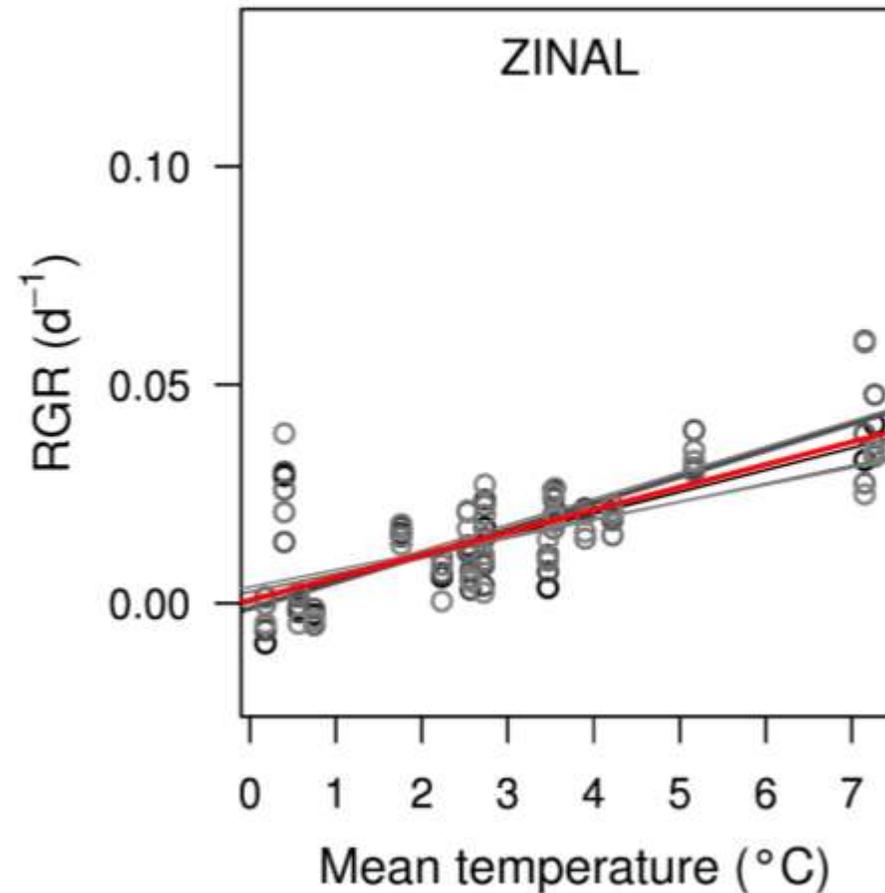
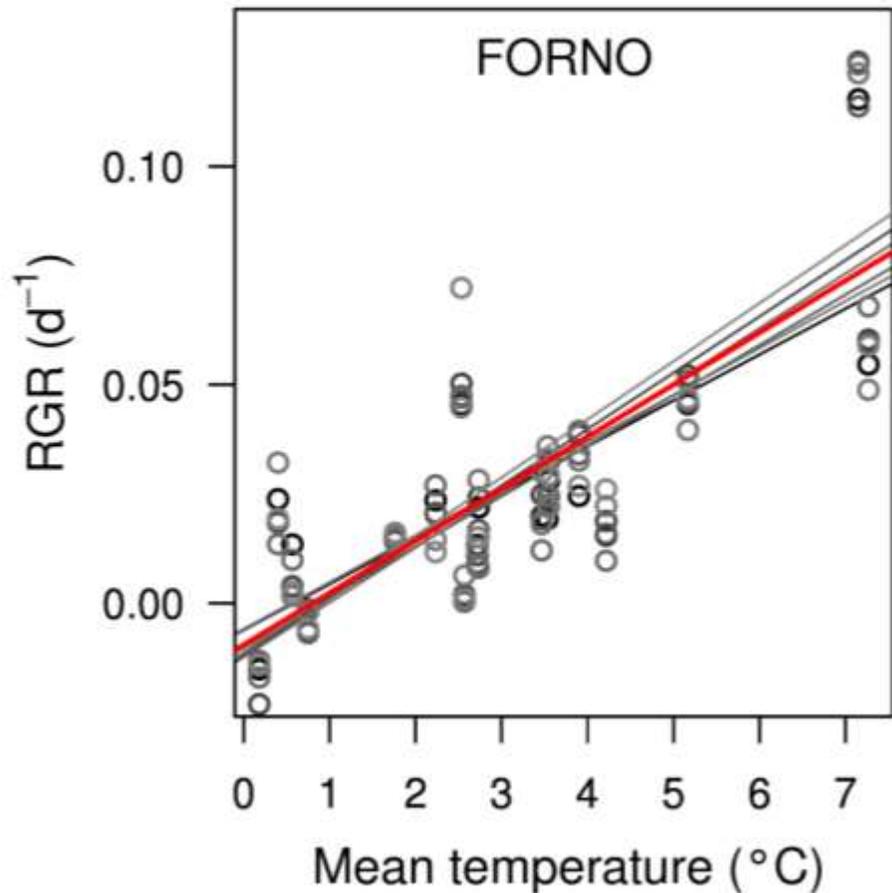
Phénotypage à l'ETH: FIP-installation-Spidercam sur 1 ha



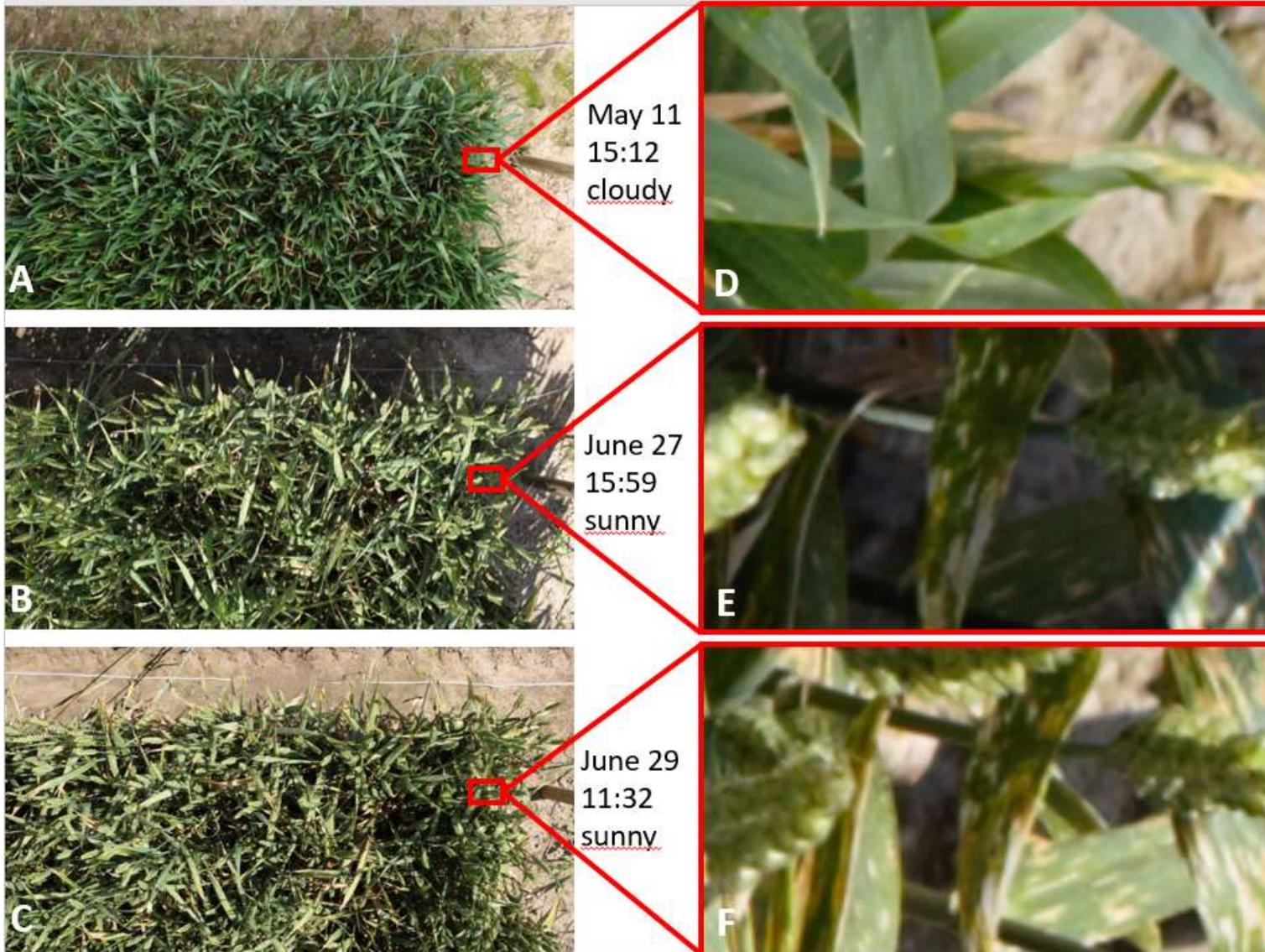
- Field Phenotyping Platform FIP: Système de câble à caméra avec un grand nombre de caméras et de capteurs
- Mesure de la hauteur de la plante, de la température, de la couleur, ...
- Dans le blé, soja, maïs, ...



Applications: p. ex. semences: différences concernant la dépendance à la température ? Détection de génotypes "idéaux"



Limite de la recherche: quantification des symptômes de maladies



- Qu'est-ce qui est sain, malade (septoriose des feuilles, autre maladie ?) et qu'est-ce qui est de la sénescence normale ?
- Comment reconnaître une tache sur feuille, lorsque elle est sous d'autres feuilles ?
- Comment l'ombre ou les conditions très ensoleillées modifient-elles la «distinction» entre sain, sénescent et malade ?
- Le seuil d'intervention pour une maladie est-il dépassé ?
- Un intervention fongicide doit elle être réalisée ?

**Applications:
Etat de l'art
solutions commerciales ou
semi-commerciales**

Application: robot de sarclage (Exemple: solution de F)

Autonomous straddling robot
Guidance by GPS, camera and laser
Electrical Power
Autonomy : 8 to 10 hours



- Le robot suit la ligne de vigne, sarcle sous le rang et tourne à la fin de la ligne
- Utilisation en viticulture

Application: robot de sarclage (Exemple: solution de F)



- Principe similaire, autre machine
- Utilisation en horticulture

Application: robot de sarclage et de traitement (AUS)



- Traitement d'images pour la détection des adventices (individuelles)



The di-wheel uses a differential drive system which allows for a tight turning circle.

Left: Rippa (most powerful tool); University of Sidney; Top right: AgBot II, Queensland University; bottom right: di-wheel, University of Sidney

Application: pulvérisateur avec traitement d'images



- Traitement d'images pour la detection des adventices
- Pulvérisation ciblée

Blue River Technology, USA, recently bought by John Deere

Application: Rpbot de cueillette (USA, B)



- Traitement d'images pour la détection des fruits
- Saisie du fruit en 3D et déposer celui-ci



Strawberry
picking robot



Utilisation de systèmes communicants



- Petits robots en interaction (50 kg)
- Application: semis monograine

▪ Produit Xaver, projet de recherche MARS (essais de robots agricoles mobiles) université d'Ulm, D

Xaver, Agricultural robot swarm by company Fendt / AGCO: Autonomous single seed sowing

Résumé et perspectives

- L'application sur toute la surface et de façon homogène des intrants est progressivement remplacée par un traitement ciblé dans l'espace et dans le temps
- Ce processus prendra des décennies - pour certaines applications, ce sera très rapide (par exemple sarcler les adventices dans les légumes ou la betterave), pour d'autres, il reste encore beaucoup à faire en matière de recherche (p.ex. détecter des maladies telles que la septoriose des feuilles).
- En Suisse, on trouve nombreuses cultures mises en place dans un petit espace avec diverses conditions. Elles sont souvent cultivées de façon très durable (utilisation faible et ciblée d'intrants)
- Cette diversité de l'agriculture suisse peut être un atout - mais seulement si la Suisse développe des solutions techniques qui permettent d'étendre encore ses avantages
- Ces solutions techniques peuvent conduire à une plus grande diversité de cultures sur le terrain
- Ensuite, on aura besoin de plus d'agriculteurs qui auront plutôt du travail intellectuel à faire et passeront moins de temps pour traiter, épandre les engrais et conduire un tracteur