

Nov 2021 - Nov 2024

INRAE

la science pour la vie, l'humain, la terre

Co-financement



جامعة الملك عبد الله
للعلوم والتقنية

King Abdullah University of
Science and Technology

Département AgroEcosystem
National Research Institute for
Agriculture, Food and
Environment



Webinaire Réseau Systèmes Agricoles et Eau 27/09/2024



Potentiel de la télédétection pour caractériser les vergers irrigués et estimer leur besoin en eau

Pierre Rouault,

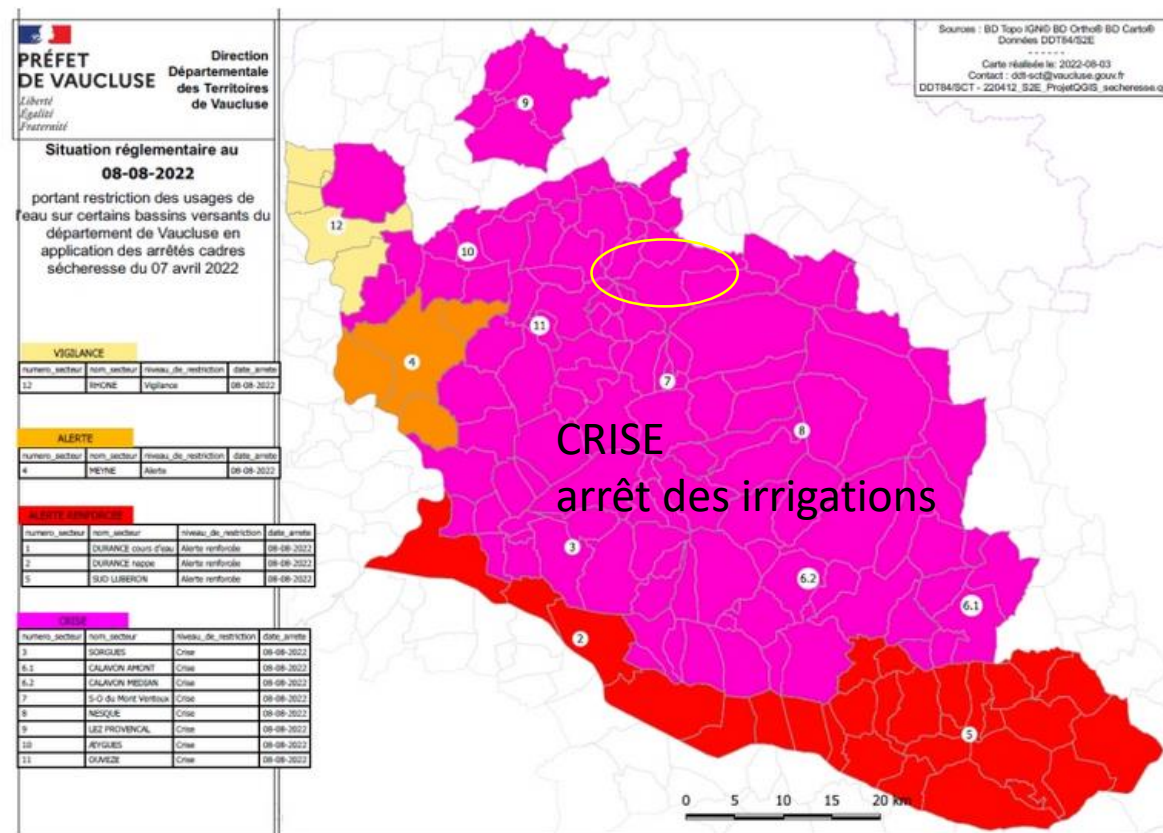
Co-encadrements: Dominique Courault, Marta Debolini

Contexte 1 : changements globaux et gestion durable de l'eau

- Augmentation des besoins d'irrigation dans les régions sud de la France pour des couverts traditionnellement secs (vigne, chênes truffiers, blé, oliviers) => ↗ **conflits d'usages**, ↗ **tensions sur les ressources**

- Nord-Vaucluse: déséquilibre entre prélèvements & disponibilités (Schéma Directeur d'Aménagement Gestion des Eaux, 2016-2020)
- Réduction de 30% de prélèvement d'ici 2030 sur bassin de l'Ouvèze
- Pose des questions pour les gestionnaires d'eau (ASA)
 - Plus de demandes & moins de ressources
- Une grande variabilité de pratiques d'irrigation sur le territoire

SÉCHERESSE : ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 8 AOÛT 2022 PORTANT SUR LES RESTRICTIONS PROVISOIRES DE CERTAINS USAGES DE L'EAU SUR LE DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE





- Vergers, cultures emblématiques de la région qui nécessitent une irrigation importante.
- Le besoin en eau est dépendant de nombreux facteurs: caractéristiques des sols et demande climatique, **pratiques agricoles** qui peuvent fortement varier spatialement, **L'âge du verger, le développement des feuilles, la gestion des inter-rangs** qui peuvent varier temporellement selon la saison
- Gestion des irrigations (goutte à goutte, micro-aspersion, dose, début-fin, durée...)

Des données satellitaires Sentinel facile d'accès (THEIA)

- **Sentinel 2** (A et B) fauchée 109x109km tous les 3-5 jours, 12 bandes (dont 4 à 10m **B V R** PIR)
- Suivi du développement foliaire de la végétation (LAI, FCOVER modèle BVNET, Baret et al, 2007)
- Les vergers sont des couverts hétérogènes: arbres + inter-rang (enherbé ou non)

+ différentes modalités de gestion de la culture => interprétation difficile du signal satellite

- Pas de validation des variables biophysiques dérivées de Sentinel 2 sur vergers
- Peut-on distinguer certaines pratiques par télédétection ? À quelle précision?

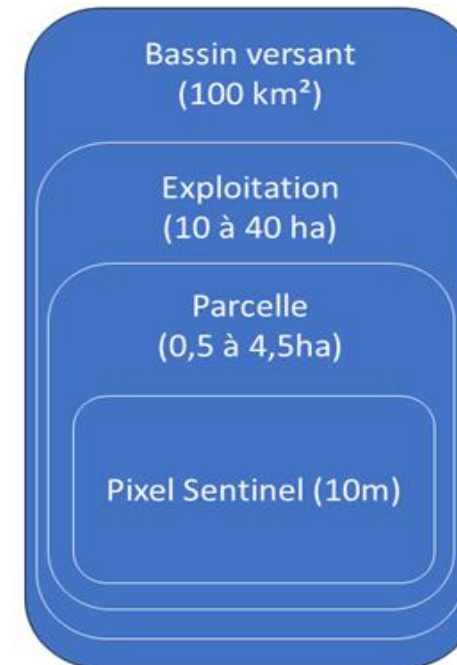
- **Objectifs de la thèse** : Développer des méthodologies pour décrire au mieux les variations spatiales et temporelles entre vergers: gestion des inter-rang, densité d'arbres, développement du couvert et âge de plantation
- Évaluer les besoins en eau pour optimiser la gestion de l'eau



Démarche

- Exploitation des **images à multi-résolutions spatiales** et analyse de **bases de données variées** (ASA, RPG...)
- **Observations terrain** suivi développement foliaire et **enquêtes** sur les pratiques
- **Evaluation du modèle SIMETAW** pour un bilan hydrique spatialisé à différentes échelles (Snyder et al, 2012)

Echelle	Données	Sorties / résultats
<ul style="list-style-type: none"> • Parcelle de verger 	<ul style="list-style-type: none"> • Enquêtes • Données météorologiques • Suivi phénologiques • Stock d'eau dans le sol • Images multiresolution • Image Drone (8mm) • Image GSH et Pléiades (50cm) • Images Sentinel 2 (10m) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiques d'irrigation • Date de nouaison • Nombre d'arbres • Enherbement ou non • Date de plantation • Développement du couvert • Evapotranspiration de la culture • Quantité d'eau d'irrigation / an
<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> • Enquêtes • Données ASA • Parcelle des cultures 	<ul style="list-style-type: none"> • Somme des quantité d'eau d'irrigation / an / exploitation
<ul style="list-style-type: none"> • Bassin 	<ul style="list-style-type: none"> • Images Sentinel 2 • Images pleiade et GSH • Données ASA • Cartographie des sols • RPG 	<ul style="list-style-type: none"> • Somme des quantité d'eau d'irrigation / an sur le bassin versant




Open Access Article

Phenological and Biophysical Mediterranean Orchard Assessment Using Ground-Based Methods and Sentinel 2 Data

by Pierre Rouault ^{1,*}, Dominique Courault ^{1,*}, Guillaume Pouget ¹, Fabrice Flamain ¹, Papa-Khaly Diop ¹, Véronique Desfonds ¹, Claude Doussan ¹, André Chanzy ¹, Marta Debolini ², Matthew McCabe ³ and Raul Lopez-Lozano ¹

¹ UMR 1114 EMMAH INRAE, Avignon University, Domaine St Paul, 84914 Avignon, France
² CMCC Foundation—Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, IAFES Division, 07100 Sassari, Italy
³ Division of Biological and Environmental Sciences and Engineering, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal 23955-6900, Makkah, Saudi Arabia
* Author to whom correspondence should be addressed.

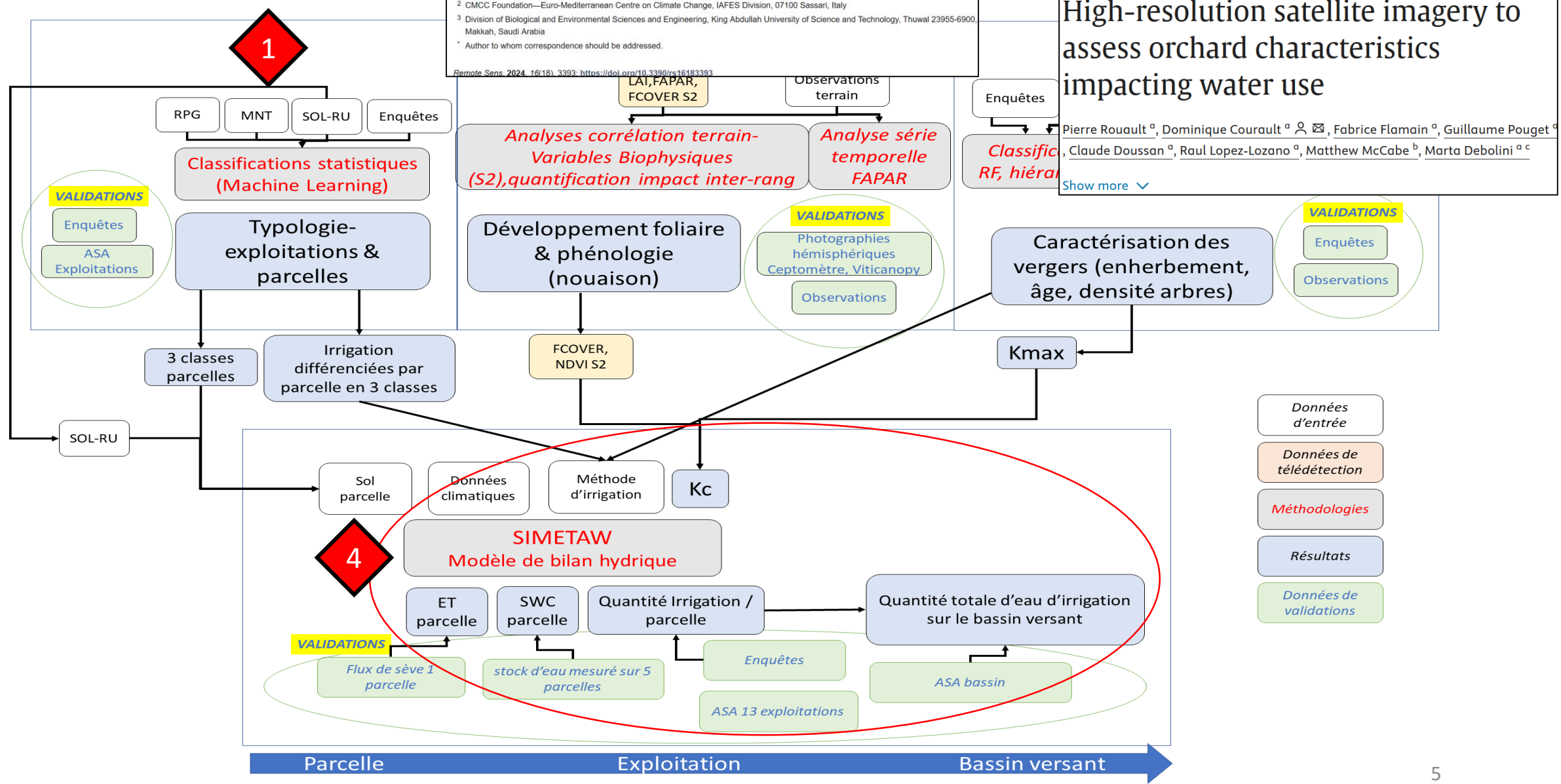
Remote Sens. 2024, 16(18), 3393; <https://doi.org/10.3390/rs16183393>

 Agricultural Water Management
 Volume 295, 30 April 2024, 108763

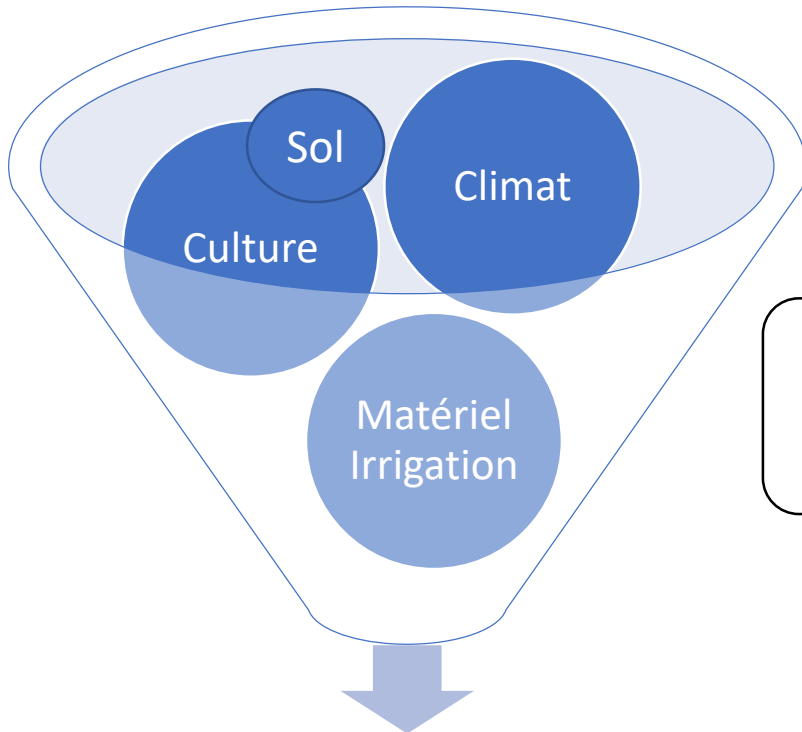
High-resolution satellite imagery to assess orchard characteristics impacting water use

Pierre Rouault ^a, Dominique Courault ^a, Fabrice Flamain ^a, Guillaume Pouget ^a, Claude Doussan ^a, Raul Lopez-Lozano ^a, Matthew McCabe ^b, Marta Debolini ^{a,c}

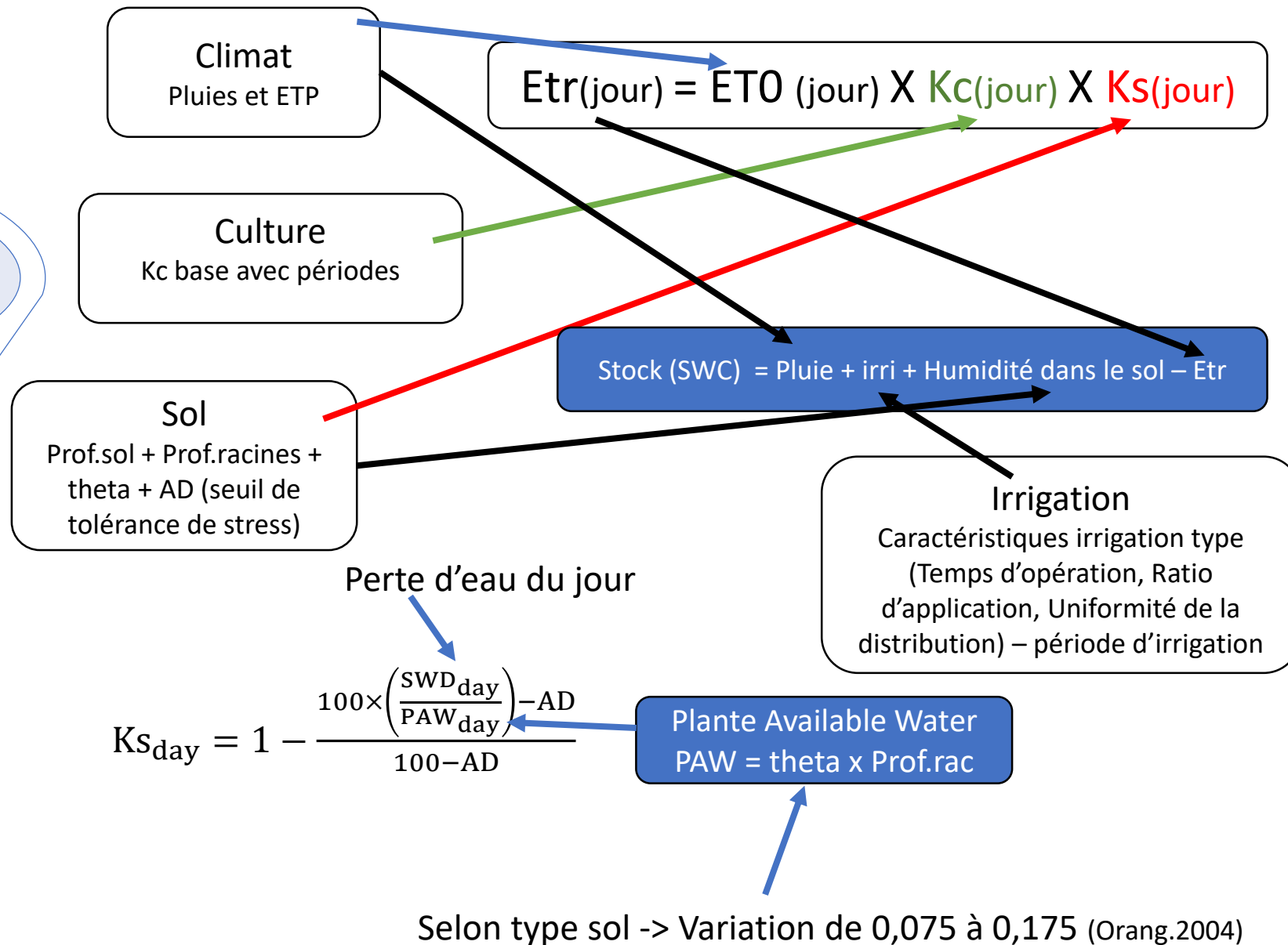
Show more



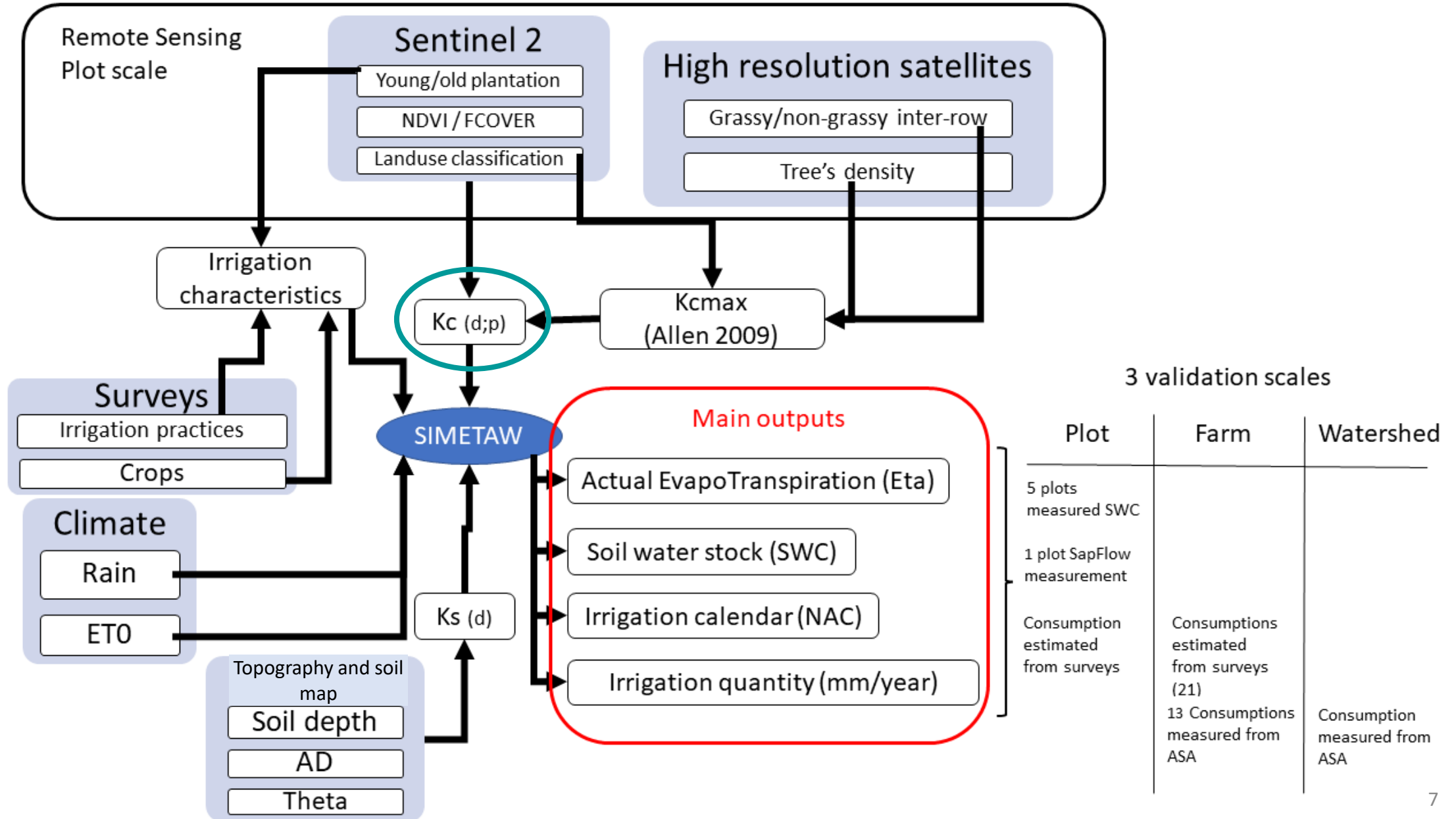
A pas de temps journalier

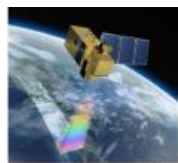


Variation humidité sol + ETr
+ évènements d'irrigation +
Dose d'eau apportée

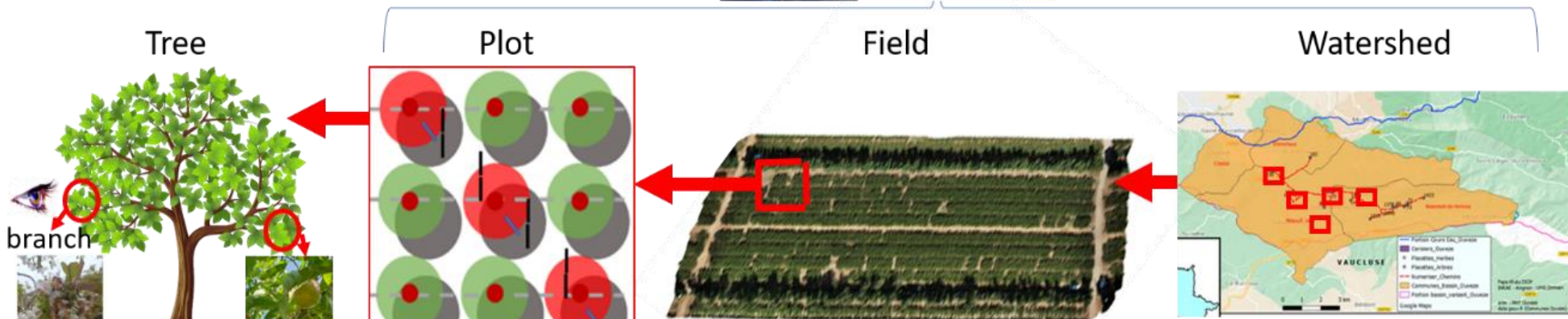


Introduction de données de télédétection pour prendre en compte la variation spatiale entre parcelles





S2: Sentinel 2 LAI-FCOVER-FAPAR



BBCH

Ground measurements

ceptometer: PAI

VITICANOPY: PAI-Canopy Porosity

Hemispherical photos: FCOVER-FAPAR

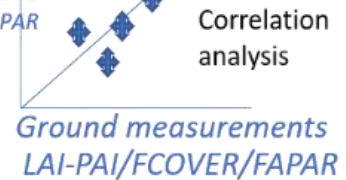
Time serie analysis

Biophysical variables
FAPAR



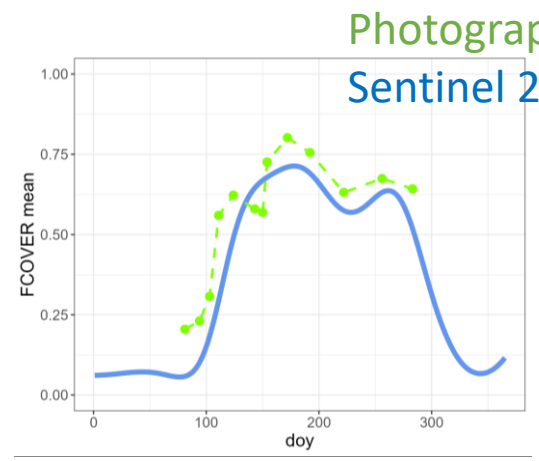
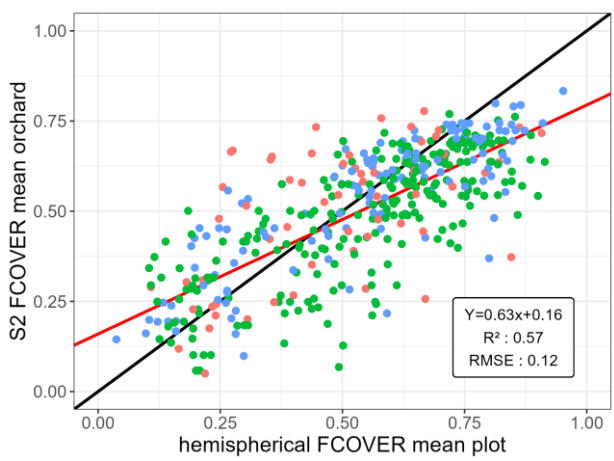
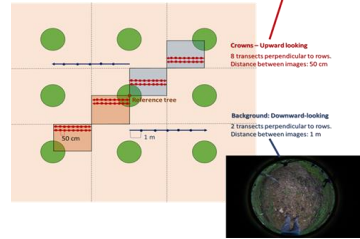
Sentinel 2 Validation

LAI
FCOVER
FAPAR



Correlation analysis

Ground measurements
LAI-PAI/FCOVER/FAPAR

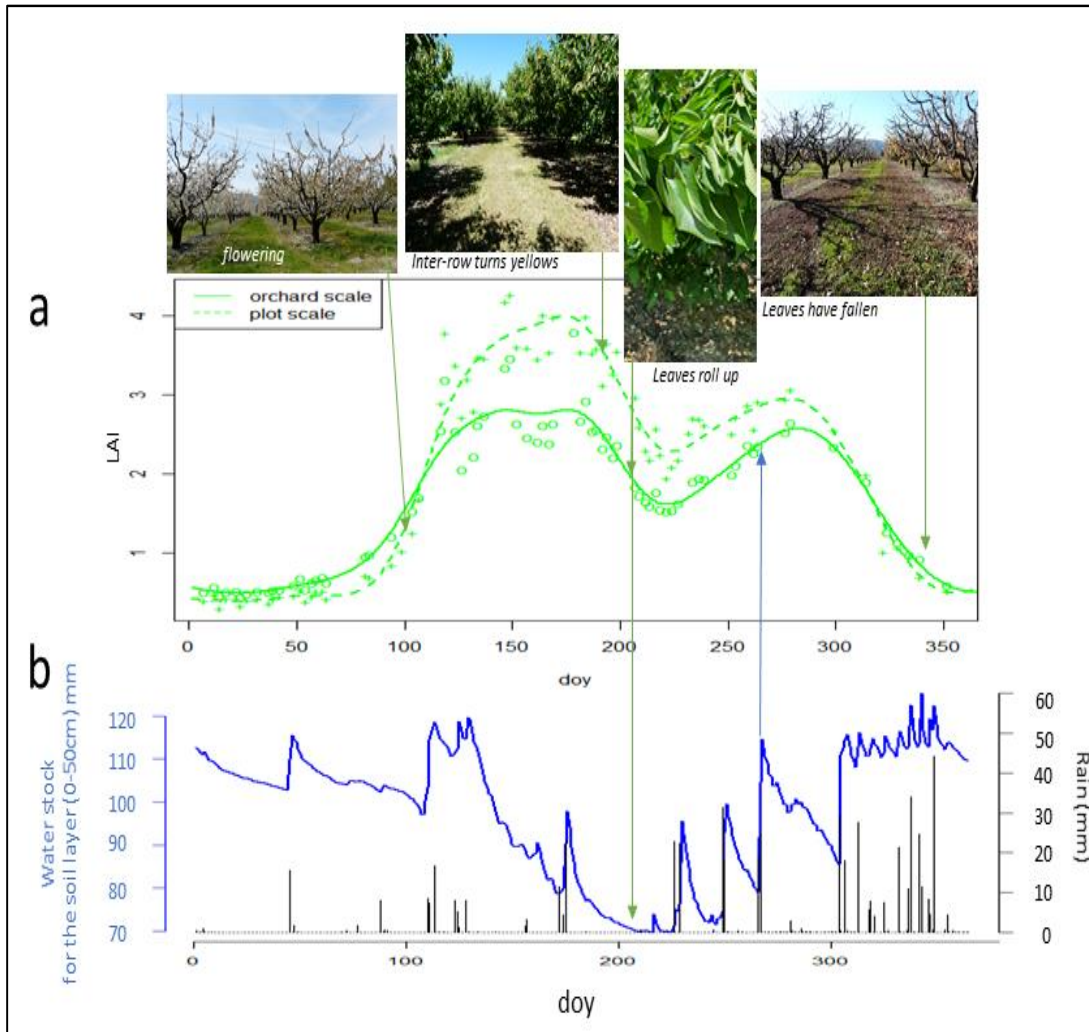


Photographies hémisphériques
Sentinel 2

Mesures sur l'inter-rang et sur la canopée pour quantifier la contribution de l'inter-rang sur le LAI

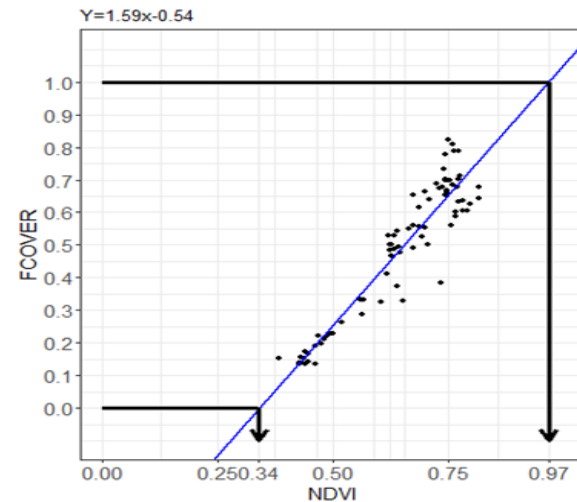
Suivi du développement foliaire des vergers avec Sentinel 2

Parcelle cerisier irriguée au goutte à goutte

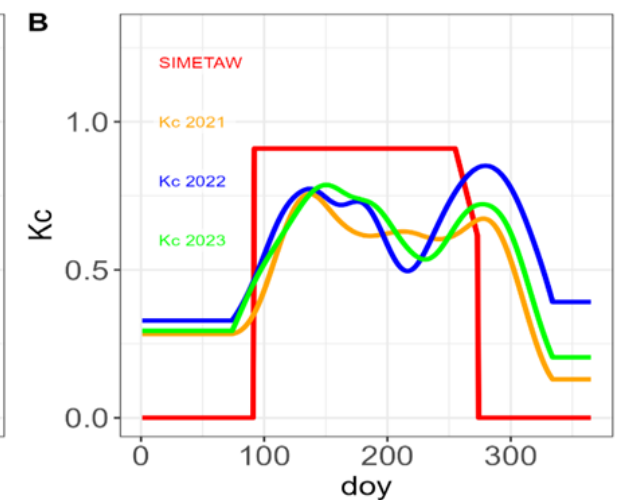
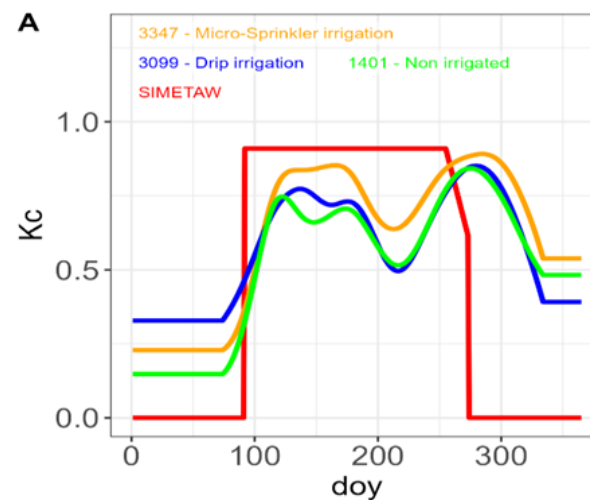
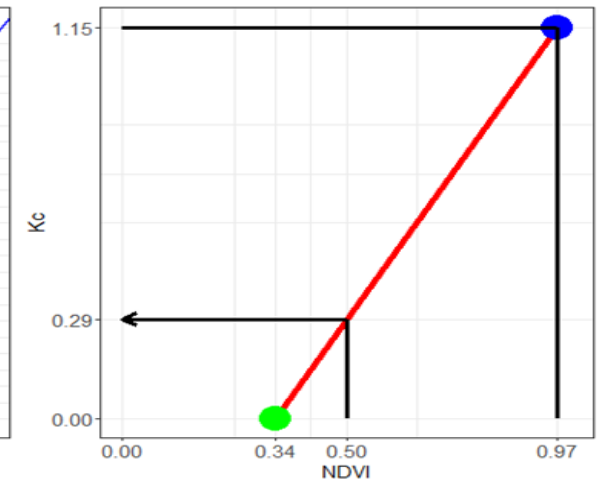


Kc

Estimation du coefficient cultural = $f(\text{NDVI}; \text{FCOVER})$
 (Simonneaux et al., 2009)

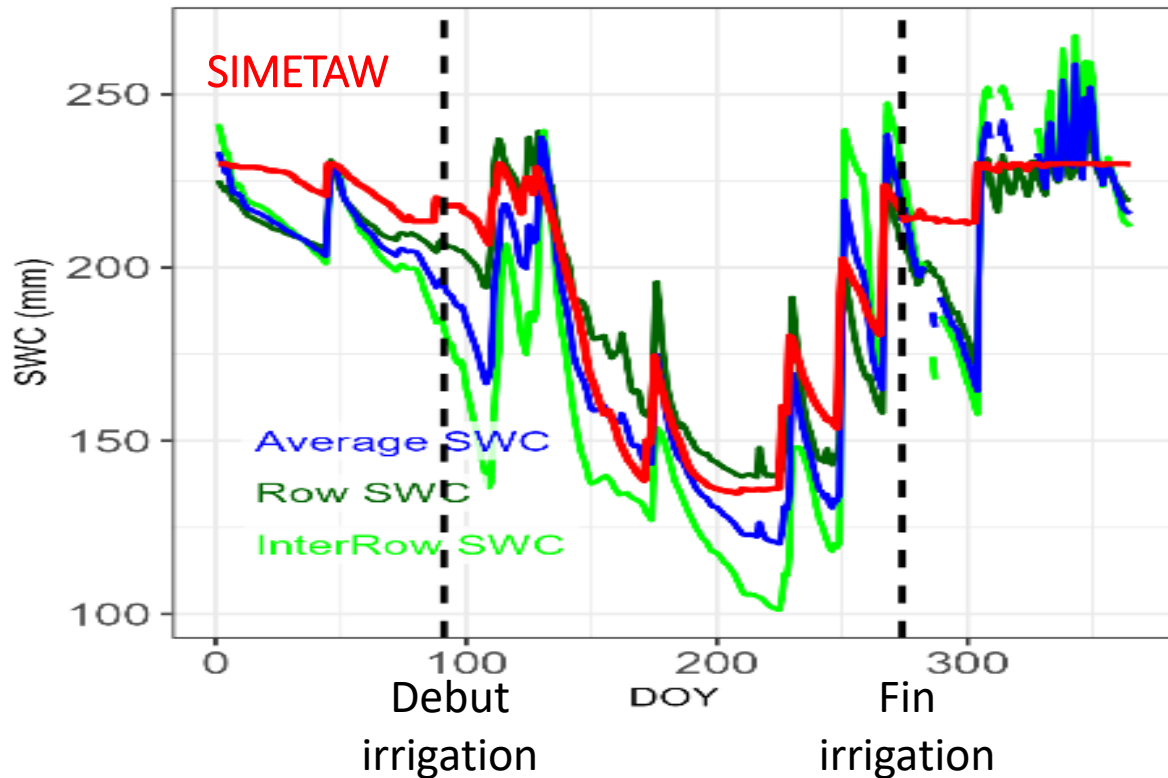


Kcmax (Tables – Allen, 2009)

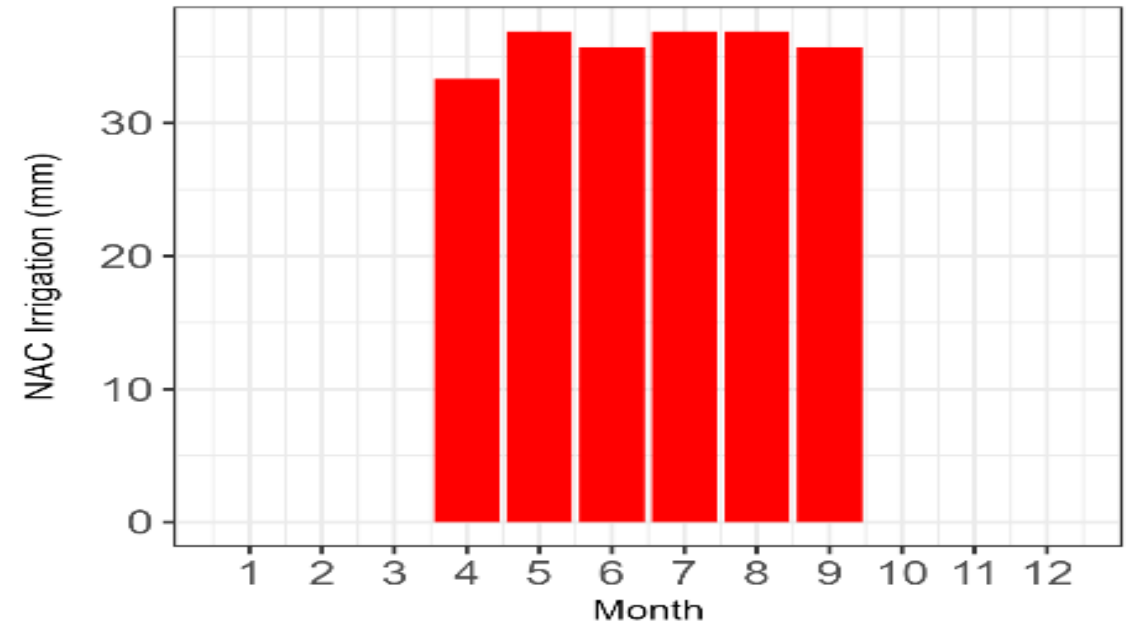


Irrigations simulées par le modèle pour une parcelle

Calibration sur des parcelles ayant des suivis de mesures d'humidité du sol

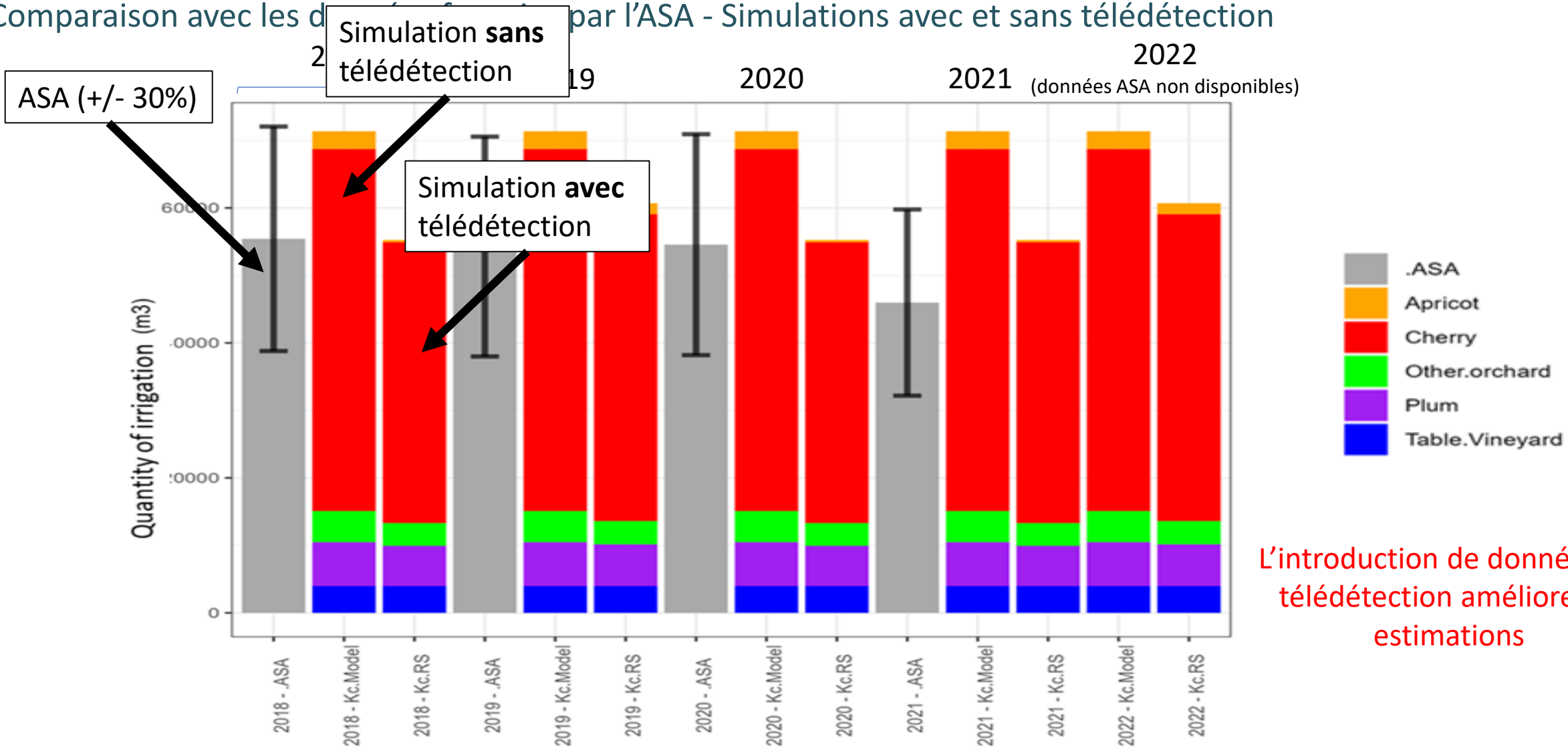


Modélisation
Dose : 1.2mm | 181 applications/year
215 mm/year
 D'après enquête
Observed dose: 1.5mm
Observed total amount: 184mm/year



Quantité d'eau d'irrigation simulée à l'échelle d'une exploitation

Comparaison avec les données réelles par l'ASA - Simulations avec et sans télédétection



L'introduction de données de télédétection améliore les estimations

On considère la même pratique d'irrigation sur tous les vergers de l'exploitation

Analyse de scénarios avec différentes stratégies d'irrigation sur le bassin versant

	Simulation	Parametrisation and option for the simulation	Difference form ASA values (%)
1 parcelle type	S1low	Standard Kc values, 1 orchard (param field 1824), 1 table vineyard () * watershed surface	-28%
	S1medium	Standard Kc values, 1 orchard (param field 3099), 1 table vineyard () * watershed surface	+38%
	S1high	Standard Kc values, 1 orchard (field 3347), 1 table vineyard () * watershed surface	+187%
1 parcelle avec Kc télédétection	S2RSlow	Rs Kc values, 1 orchard (field 1824), 1 table vineyard (53) * watershed surface	-30%
	S2RSmedium	Rs Kc values, 1 orchard (field 3099), 1 table vineyard (53) * watershed surface	+32%
	S2RShigh	Rs Kc values, 1 orchard (field 3347), 1 table vineyard (53) * watershed surface	+156%
Variabilité spatiale des Kc	S3RSlow	Rs Kc values for all the fields, param orchard (field 1824), 1 table vineyard () * plot surface	-39%
	S3RSmedium	Rs Kc values for all the fields, param orchard (field 3099 and 1824 for young), table vineyard (53) * plot surface	-3%
	S3RShigh	Rs Kc values for all the fields, param orchard (field 3347 and 1824 for young), 1 table vineyard (53) * plot surface	+37%

Conclusion - Perspectives

- Les données Sentinel 2 permettent de bien suivre le développement foliaires des vergers
- On peut quantifier l'impact de l'inter-rang sur les variables biophysiques dérivées de Sentinel 2
- Les Kc dérivés de données de télédétection permettent de prendre en compte la variation spatiale et temporelle entre parcelles d'une même culture
- L'utilisation du modèle SIMETAW donne des résultats bien corrélés aux données de l'ASA la précision est améliorée lorsque Kc est dérivée de télédétection
- Approche qui demanderait plus de données au sol (humidité sol, ETR) pour vérifier le calage du modèle (vignes)
- Extrapolation sur d'autres territoires
- Utilisation de données thermiques (future mission TRISHNA, et cartes d'ETR dérivées pour valider)
- Connaître les pratiques d'irrigation, goutte à goutte, micro-asperseur et dose (repose encore sur des enquêtes)



Merci pour votre attention