

13 décembre 2022
à Bordeaux Sciences Agro

Organisé par



Avec



Séminaire
Gestion de l'eau en agriculture :
quel rôle pour les innovations
numériques ?

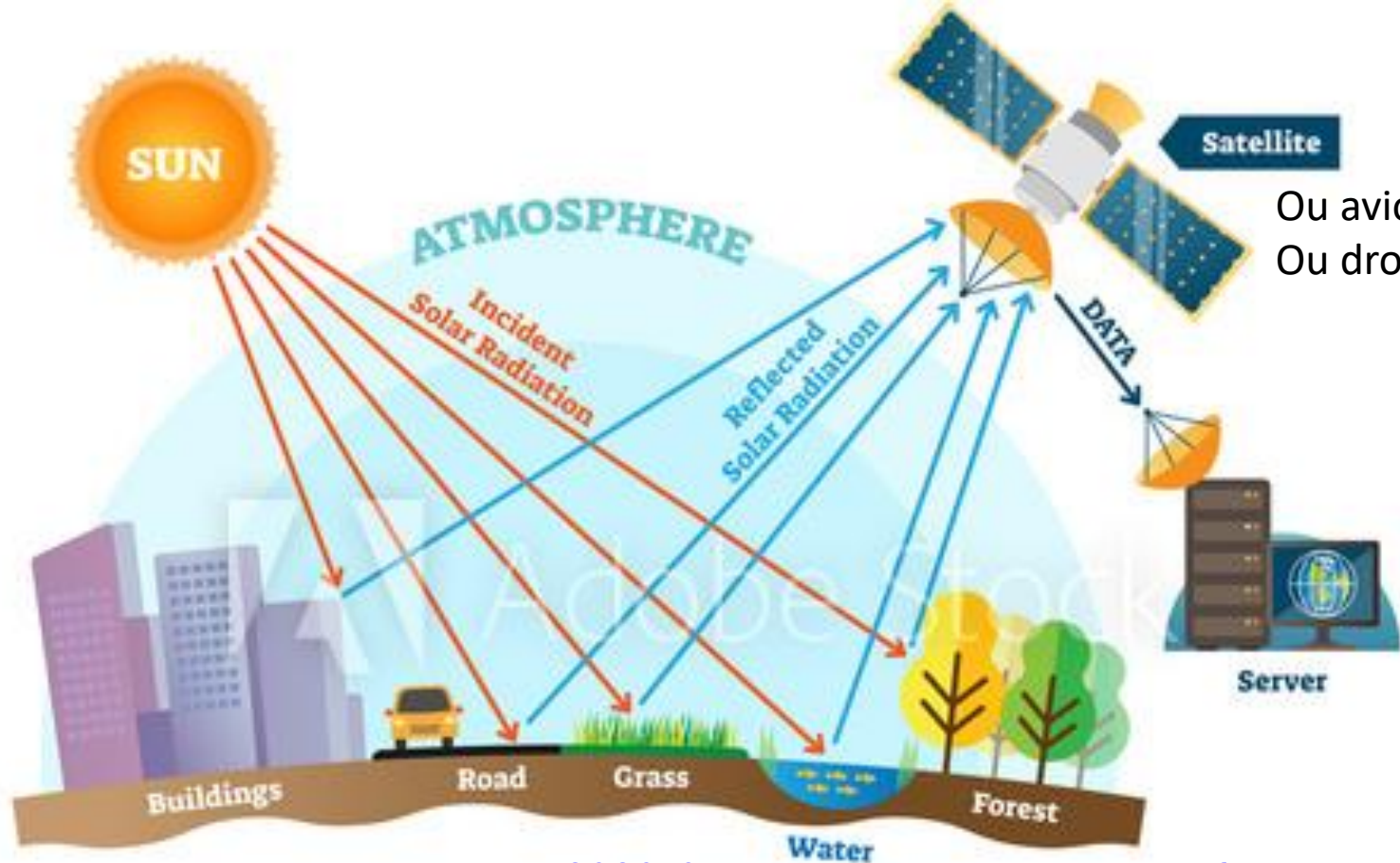
La télédétection au service de la gestion de l'eau dans un contexte agricole: panorama et perspectives

Frédéric Frappart
(ISPA/INRAE)

Qu'est-ce que la télédétection?

- « ensemble des procédés et techniques qui permettent d'acquérir à distance des informations sur les objets terrestres, en utilisant les propriétés des ondes électromagnétiques émises ou réfléchies par ces objets »

<http://www.cartographie.ird.fr/refugies/methodes-Teledec.html>



Ou avion
Ou drone

<https://www.technoupendra.com/2020/07/what-is-principle-and-uses-of-remote.html>

Télédétection active et passive



Ou avion
Ou drone



<https://www.technoupendra.com/2020/07/what-is-principle-and-uses-of-remote.html>

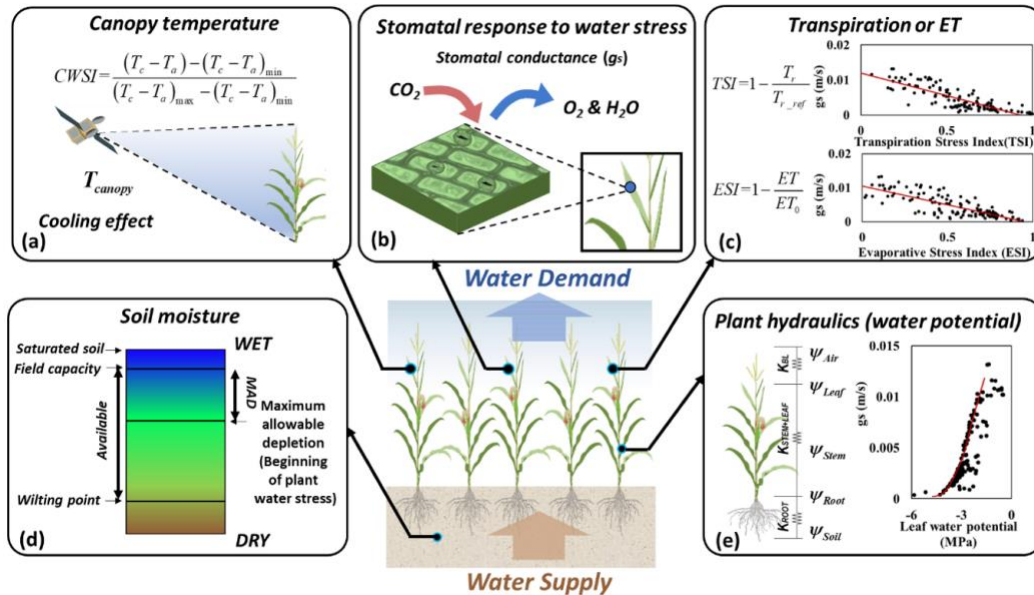
Passif:

- Optique et infrarouge (radiométrie)
- Micro-onde (radiométrie)

Actif:

- Optique (lidar)
- Micro-onde (radar)

Télédétection et gestion de l'eau



- Humidité des sols
- Irrigation
- Contenu en eau de la végétation
- Evapotranspiration

Zhang et al., *Environ. Res. Lett.* (2021)

Humidité des sols à haute résolution

Complémentarité actif (SAR – Sentinel-1) et passif (multispectral – Sentinel-2) – ESA Copernicus

Humidité du sol

Végétation

- Modèle à base physique:

Water Cloud Model (Attema & Ulaby,
Radio Sci., 1978)

$$\sigma^0 = \sigma_{veg}^0 + t^2 \sigma_{soil}^0 + \cancel{\sigma_{soil}^0 \cdot \sigma_{veg}^0}$$

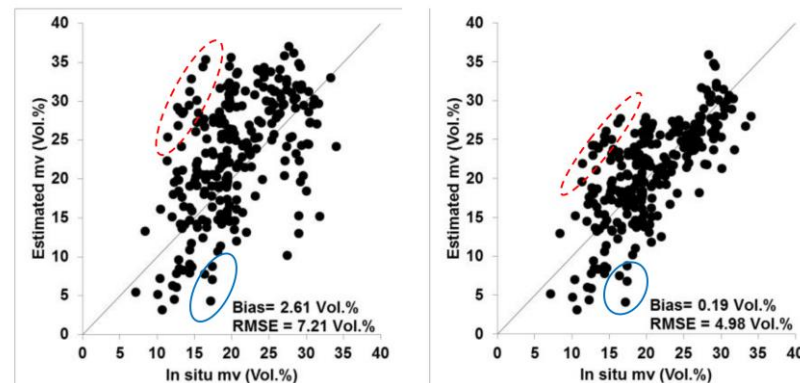
$$\sigma_{soil}^0 \text{ (dB)} = 10 \log_{10}(\sigma_{soil}^0) = C + D \cdot SM$$

$$\sigma_{veg}^0 = AV_1 (1 - t^2) \cos(\theta)$$

$$t = \exp\left(-\frac{\tau}{\cos \theta}\right)$$

Produit disponible sur Pôle de données des surfaces continentales Théia:

<https://www.theia-land.fr/ceslist/ces-humidite-du-sol-a-tres-haute-resolution-spatiale/>



El Hajj et al., *Remote Sens.* (2017)
Champs en Occitanie

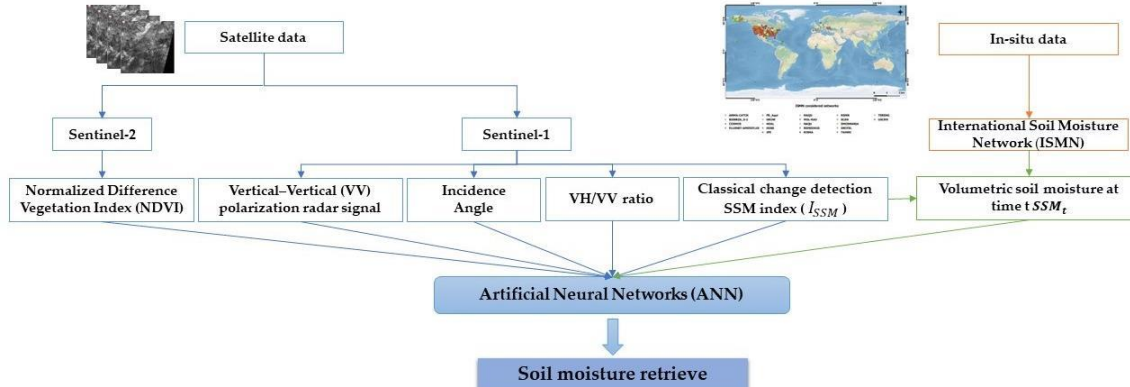
Humidité des sols à haute résolution

Complémentarité actif (SAR – Sentinel-1) et passif (multispectral – Sentinel-2) – ESA Copernicus

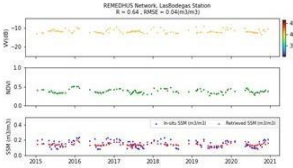
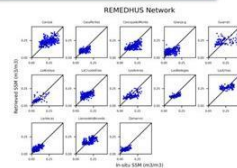
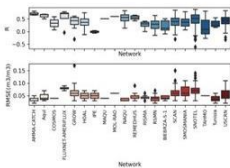
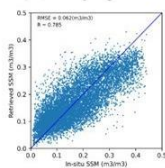
Humidité du sol

Végétation

- Intelligence artificielle:



Nativel et al., *Remote Sens.* (2022)

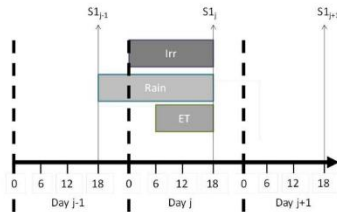


Détection des événements d'irrigation

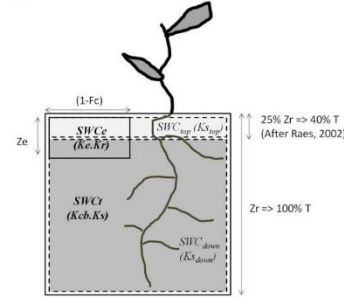
Approche couplée modélisation hydrologique / télédétection

- Équation de bilan hydrique: $dSM/dt = P + Irr - ET$
- Humidité des sols dérivée de l'imagerie SAR Sentinel-1

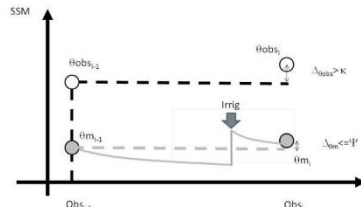
(1) Adjust to daily time step



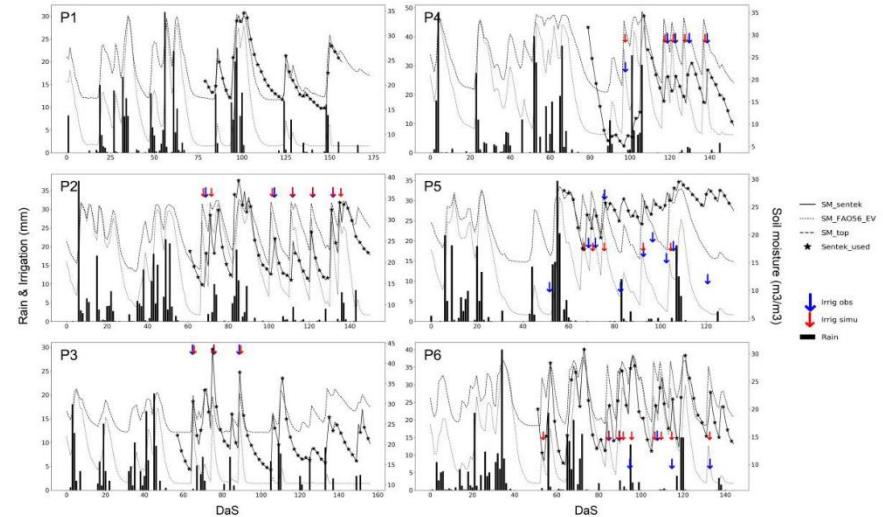
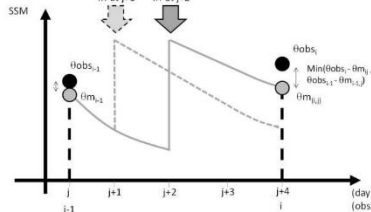
(2) Estimate surface soil moisture



(3) Detect irrigation



(4) Inject irrigation



Le Page et al., Remote Sens. (2020)

Suivi du contenu en eau de la végétation

Observables liées à la physiologie des plantes

Issues des micro-ondes

Quantity	Stand scale	Remote sensing scale
Biomass	$AGB = \frac{M_d}{A}$	
Water Status	$RWC = \frac{M_f - M_d}{M_t - M_d}$	$M_w = \frac{M_f - M_d}{A}$
	$\Psi_x = f(RWC)$	
	$LFMC = \frac{M_f - M_d}{M_d} = \frac{M_w}{AGB}$	

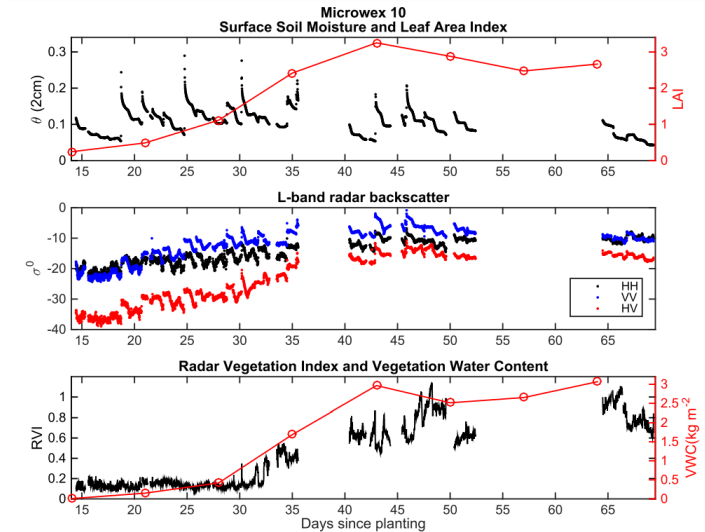
Contenu en eau
de la végétation

M_f , fresh mass of vegetation; M_d , dry mass of vegetation; M_t , turgid mass of vegetation in its fully hydrated state; RWC , relative water content; Ψ_x , xylem water potential; f , non-linear function estimated by fitting parameters (see Fig. 2); A , ground-area spanned by vegetation canopy; AGB , above-ground dry biomass per area; M_w , plant water content; $LFMC$, live fuel moisture content.

Konings et al., *New Phyto.* (2017)

Radar Vegetation Index

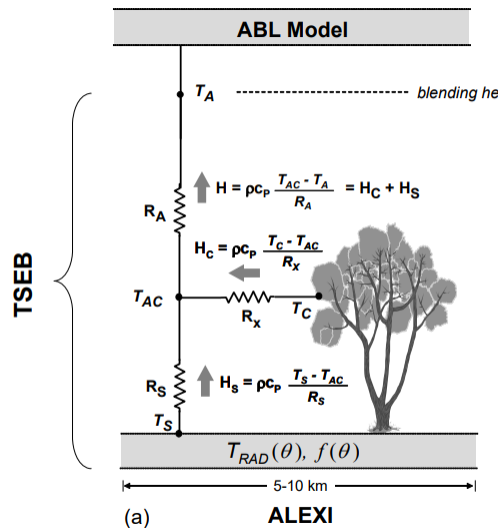
$$RVI = \frac{8\sigma_{hv}^0}{\sigma_{hh}^0 + 2\sigma_{hv}^0 + \sigma_{vv}^0}$$



Steele-Dunne et al., *IEEE JSTARS* (2017)

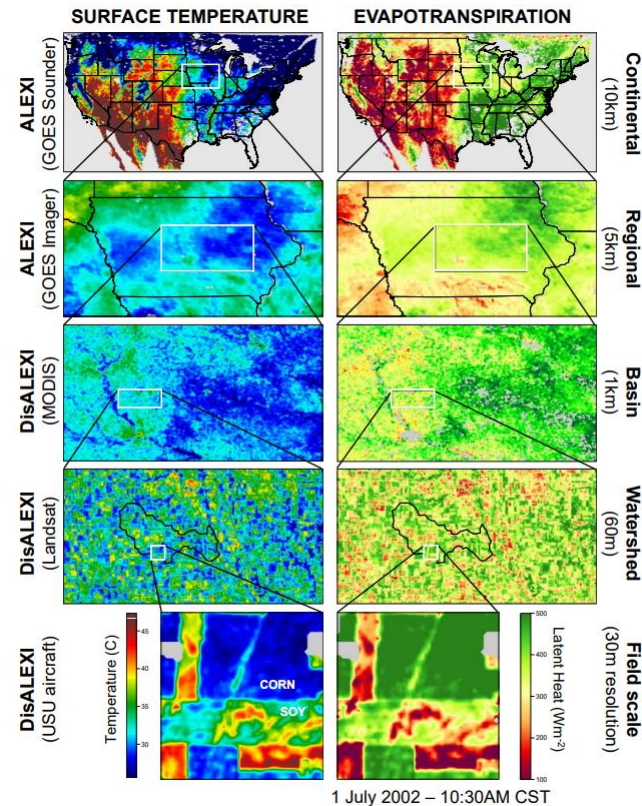
Estimation de l'évapotranspiration

Approches couplant modélisation et télédétection multispectrale et infrarouge thermique



Anderson et al., *Hydrol. Earth Syst. Sci.* (2011)

Data	Purpose	CONUS	Europe Africa	Global	Temporal resolution
LST	ΔT_{RAD} , RN	GOES (GSIP) ^a	MSG	Geoland2 ^e	hourly
Insolation	RN	GOES (GSIP)	MSG	Geoland2	hourly
Longwave rad	RN	GOES (GSIP)	MSG	Geoland2	hourly
Wind speed	Aerodynamic resistances	NARR ^b	WRF ^d	MERRA ^f	3 h
Lapse rate profile	ABL growth model	NARR	WRF	MERRA	3 h
LAI	T_{RAD} partitioning	MODIS	MODIS	MODIS	8-day
Landcover type	Surface characteristics	UMD global ^c	UMD global	UMD global	fixed

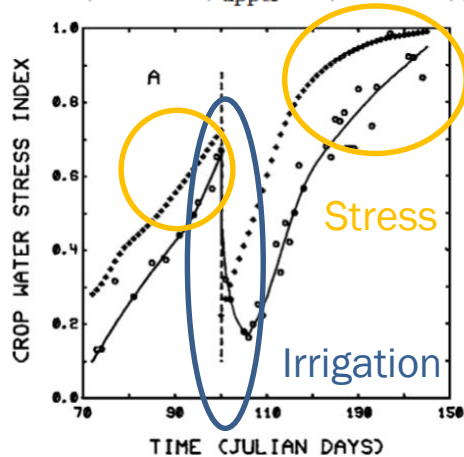


Détection du stress hydrique et des sécheresses

Approches couplant modélisation et télédétection multispectrale et infrarouge thermique

Crop Water Stress Index:

$$CWSI = \frac{(T_s - T_a) - (T_s - T_a)_{\text{lower}}}{(T_s - T_a)_{\text{upper}} - (T_s - T_a)_{\text{lower}}}$$



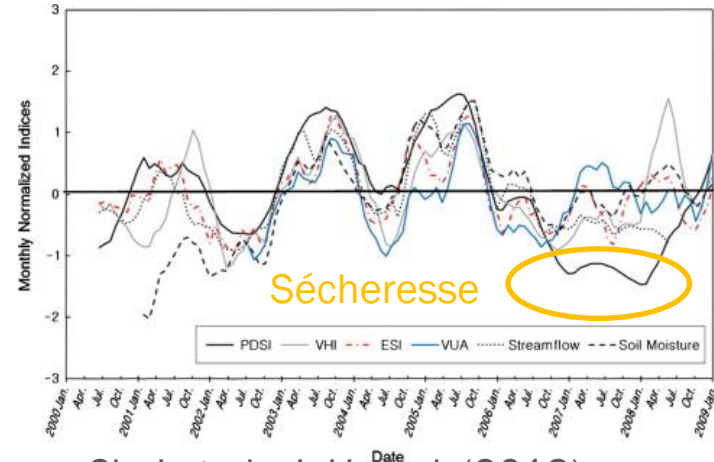
Jackson et al., *Water Resour. Res.* (1981)

Vegetation Health Index:

$$VHI = (VCI + TCI)/2$$

$$VCI = 100(NDVI - NDVI_{\min}) / (NDVI_{\max} - NDVI_{\min})$$

$$TCI = 100(TB_{\max} - TB) / (TB_{\max} - TB_{\min})$$



Choi et al., *J. Hydrol.* (2013)

Perspectives

- Nouvelles missions satellitaires: NISAR (SAR bandes L et S, 3-10 m, 12 jours, 2023), TRISHNA (VNIR, SWIR, IRT, 57 m, 3-6 jours, 2024)
- Fusion d'informations de plusieurs sources
- Utilisation de plus en plus fréquentes des drones
- Approches intégrées modèles - télédétection

