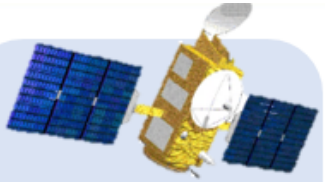
Les futures missions spatiales et leurs perspectives pour l'irrigation et la gestion de l'eau (Trishna, Sentinel)

Gilles Boulet CESBIO/IRD, Philippe Maisongrande (PM) CNES/DS
Olivier Hagolle, Philippe Gamet (PS) CESBIO/CNES
Jean-Louis Roujean (PI) CESBIO/CNRS
Delphine Leroux, Thérèse Barroso CNES/DOA

Les satellites au service du cycle de l'eau

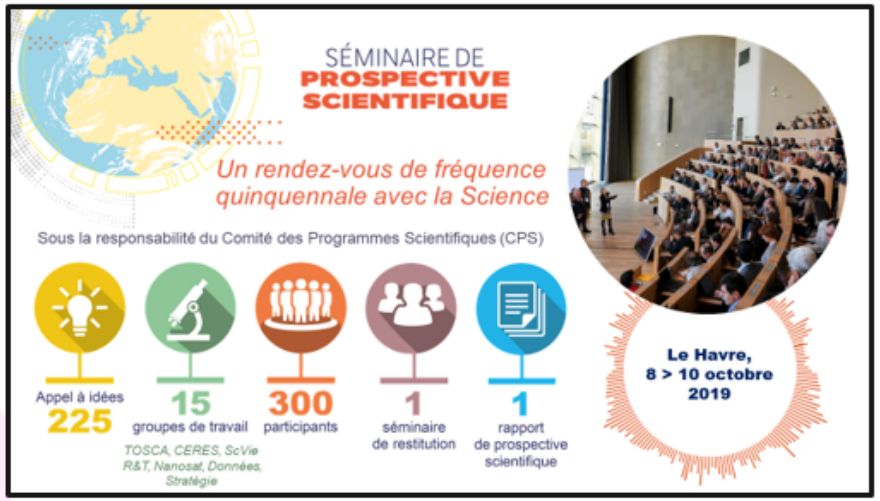
SMOS, SMAP,
AMSR-E, SSMI

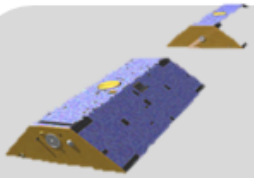


Jason, S3
Saral Altika
SWOT, S1

Ground water

$$\frac{dS_{SM}}{dt} + \frac{dS_{SW}}{dt} + \frac{dS_{GW}}{dt} = P - E - Q$$





GRACE,
GRACE-FO
Marvel

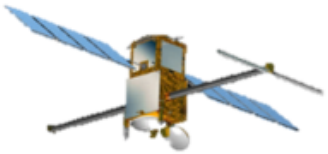
GPM,
Megha-Tropiques

C3IEL
C2OMODO

S3
MODIS
Landsat, Venus
TRISHNA
2025

Jason, S3
Saral Altika

SWOT
2022



Les différents cadres de réalisation des missions spatiales en OT

Multilatéral CNES

Phases 0 :

Sentinel HR

SMASH

Phases A :

SMOS-HR -> mi-2022

Phase B: TRISHNA 2025

Phases E: SWOT Nov. 2022

Phase X : *Venµs 2017 – 23*

Programme ESA

EE2 *: SMOS Extension 2025*

EE7: BIOMASS 2023

EE8: FLEX 2024

Copernicus

Conférences Ministérielles 2022, 2025

Premières/ Exploreurs, Recherche

EUMETSAT

MTG

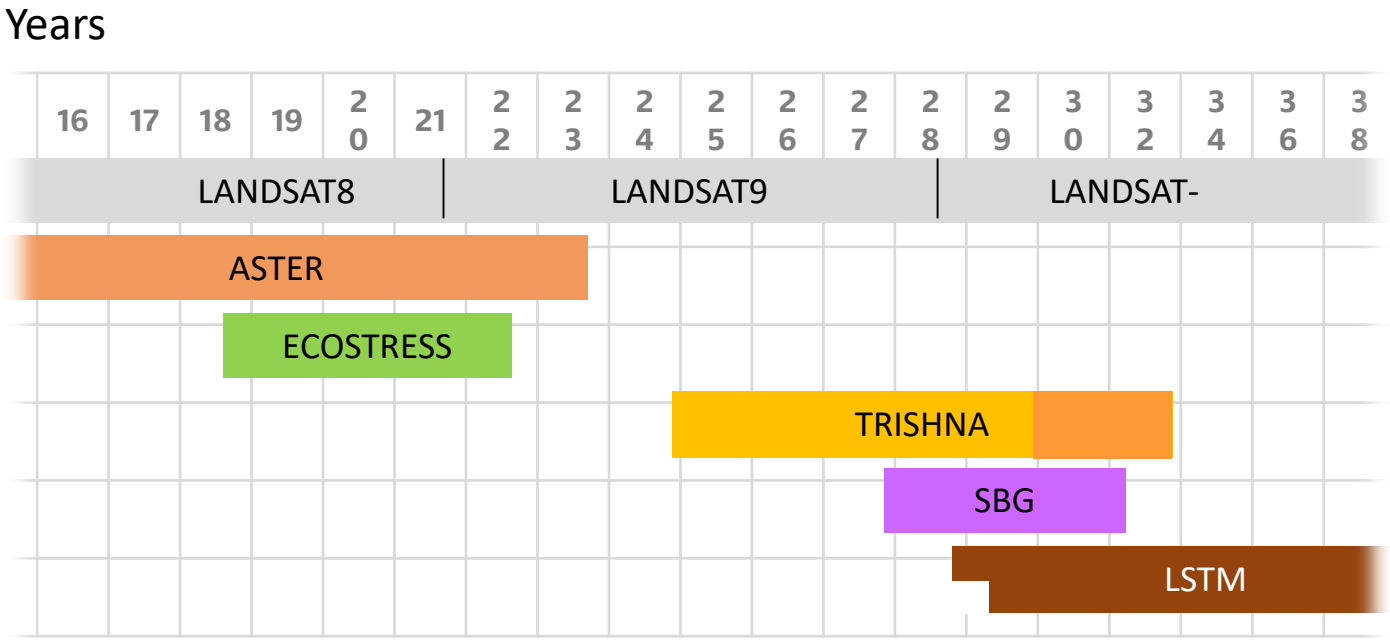
Accords pour les futures Sentinel S3NG et S6NG

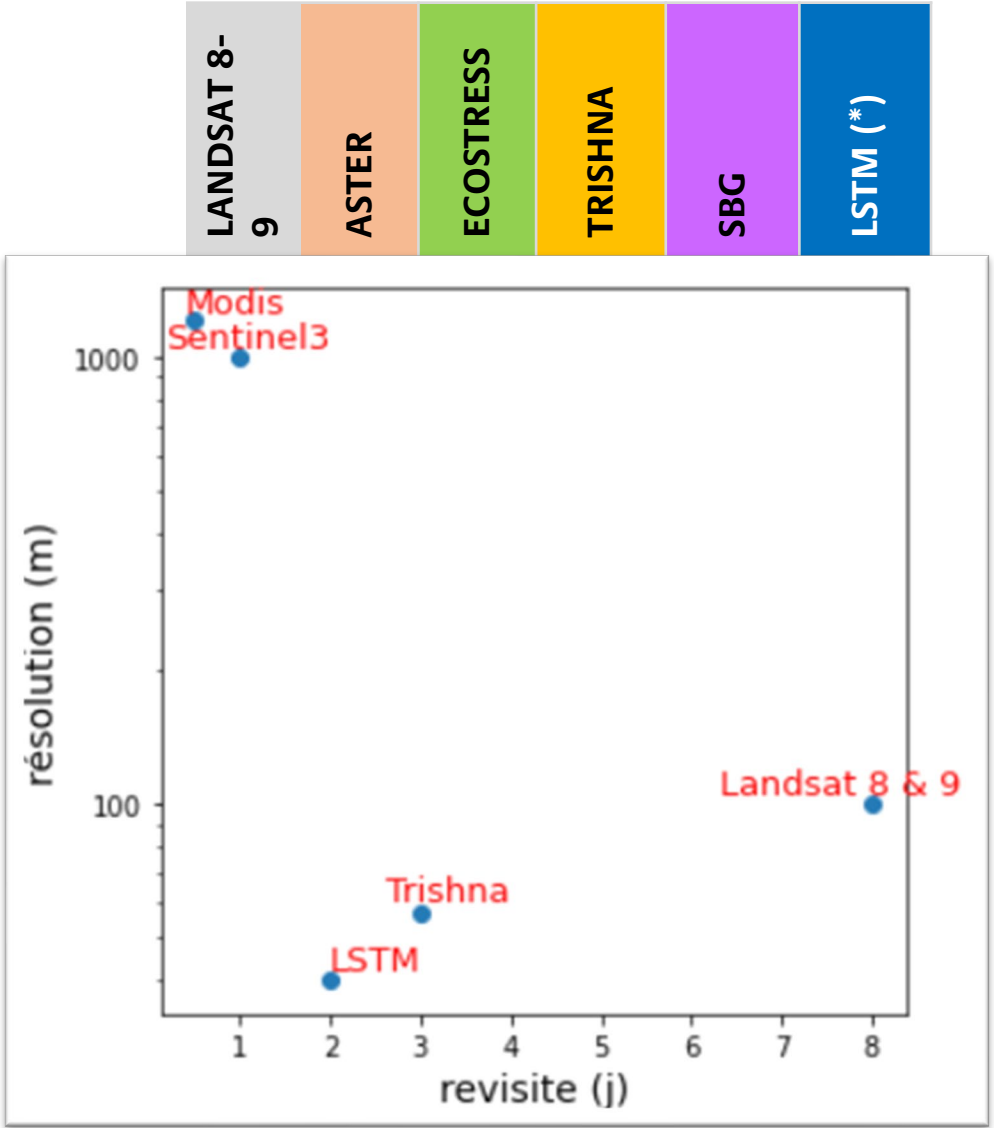
Copernicus (UE)

- S2, S2, S3
- S1NG , S2NG, S3NG
- Sentinels Exp/HPCM:
  CHIME 2028
  CIMR 2029
  ROSE L 2028
  LSTM 2028

Opérationnel/ continuité/ récurent

TRISHNA // LSTM et les autres imageurs InfraRouge Thermique haute résolution





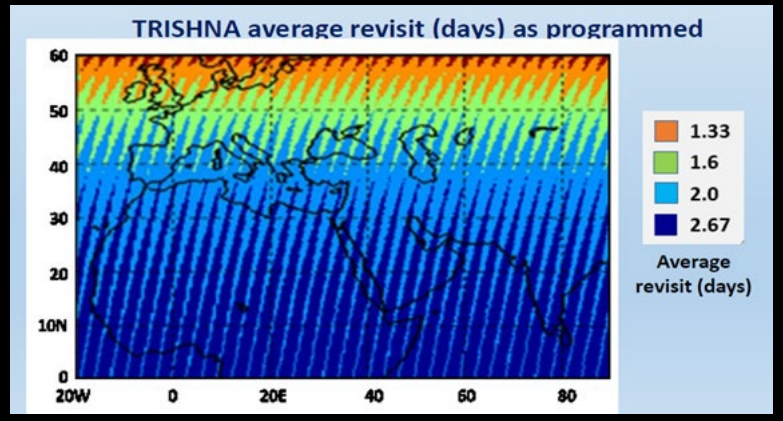
Le thermique, une information très dynamique à étudier et exploiter le plus tôt possible.

Besoin de revisite

TRISHNA

Thermal infrared Imaging Satellite for High resolution Natural resource Assessment

- **Mission Franco Indienne** **Recherche et Applications**
- **Mission Drivers : Stress des écosystèmes + Hydrologie continentale & côtière**
  - Couverture globale à 60m de Résolution (Champ de +/- 34°)
  - Revisite meilleure que 3 jours et couverture globale
  - Heure locale de passage moyenne : 13h00
  - 4 bandes dans l'infrarouge thermique,
  - 7 bandes dans le spectre solaire
  - NeDT : 0.2°K
  - Angles de prise de vue variables, mais constants sur 8 jours.
  - Données libres et gratuites pour la communauté scientifique



Lancement prévu 2025 (pour 5 ans)

इसरो isro

cnes CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Overview of TRISHNA level-2 candidate variables

Selection of relevant variables is under process

Level 2a
Radiative variables at surface level

Surface reflectance
Surface reflectance normalized to nadir
Surface albedo (spectral)
Surface albedo (broadband)
Surface temperature
Surface emissivity
Surface temperature normalized to nadir
Surface thermal emissivity (broadband)

Level 2b
Biophysical variables at surface level

NDVI
Vegetation variables for ET computation: - Green Fraction (GF) - Green Area Index (GAI)
fAPAR
EvapoTranspiration at time of acquisition - Near Real Time
Daily EvapoTranspiration - Near Real Time
Daily Stress Factor (SF) - Near Real Time
Intermediate ET variables associated to ET products

Gross Primary Productivity (GPP)
Water Use Efficiency (WUE)
Fire products (detection & monitoring)
Water color biophysical variables
Urban LST
Urban Air Temperature

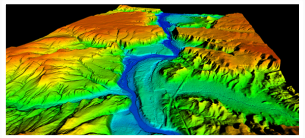
TRISHNA Aval

- **Objectif in fine de l'Aval : Accompagner** le développement de services **en réponse à un besoin utilisateur** (privé, public) en s'appuyant en partie sur de la donnée spatiale
- **3 axes de travail** :
  - #1 - Accès à la donnée via les infrastructures existantes
  - #2 - Socle technique, développement de briques technologiques
  - #3 - Projets de cas d'usage : co-financement de projets impliquant différents types d'acteurs (privé, public/institutionnel, scientifique) en aval de la science à valeur de démonstration (sans aller jusqu'au déploiement d'un service opérationnel mais avec cette ambition) répondant à un besoin utilisateur identifié

Appel à Projets Aval – 14 avril 2022 via une RFI

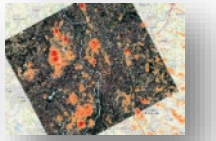
Services 3D Duaux (S3D2-CO3D)

Exemples d'application: évolution des zones à fort relief, prévention des glissements de terrain, gestion de plan d'urbanisme, détection de changement, civil/défense



Infrarouge thermique (TRISHNA)

Exemples d'application : optimisation de l'irrigation, suivi sanitaire des forêts, résurgences côtières d'eau chaude, indicateurs sur le suivi des Ilots de Chaleur Urbains



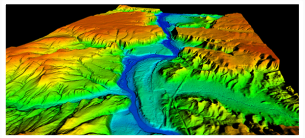
LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LES ZONES IRRIGUÉES

- RFI publiée le 14 avril 2022, réponses attendues avant le 1er juin
  - https://marches.cnes.fr/entreprise/consultation/506131?orgAcronyme=t5y
- A qui s'adresse cette RFI ?
  - Acteurs privés pouvant porter un service et amener une expertise de développement
  - Acteurs publics amenant leur expertise dans les idées d'applications, dans le développement, leur connaissance du terrain
  - Communauté scientifique dont les travaux de recherche débouchent sur des algorithmes nécessaires au développement de solutions innovantes

- A préciser dans le dossier de réponse (~5-10 pages)
  - Description du besoin utilisateur
  - Utilisation de données spatiales autour de la 3D et/ou de l'infrarouge thermique
  - Projet avec une optique de développement de service à visée opérationnelle (démonstrateur de service)
  - TRL de départ ~4 et arrivée ~7
  - Indiquer si le sujet est en rupture (très important – définition en Annexe 1)
  - Présentation des savoir-faire des partenaires envisagés
  - Description des grandes étapes de développement du projet
  - Esquisser le segment de marché visé (quels utilisateurs)
  - … (détails dans le paragraphe 5 de la RFI)

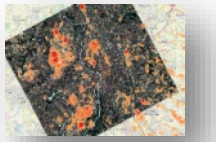
Services 3D Duaux (S3D2-CO3D)

Exemples d'application: évolution des zones à fort relief, prévention des glissements de terrain, gestion de plan d'urbanisme, détection de changement, civil/défense



Infrarouge thermique (TRISHNA)

Exemples d'application : optimisation de l'irrigation, suivi sanitaire des forêts, résurgences côtières d'eau chaude, indicateurs sur le suivi des Ilots de Chaleur Urbains



TRISHNA Stress hydrique des Ecosystèmes (Gilles Boulet et al.)

Thématique

- **Agriculture Irriguée**
- **Agriculture non irrigueé**
- **Ecosystèmes**

Besoin

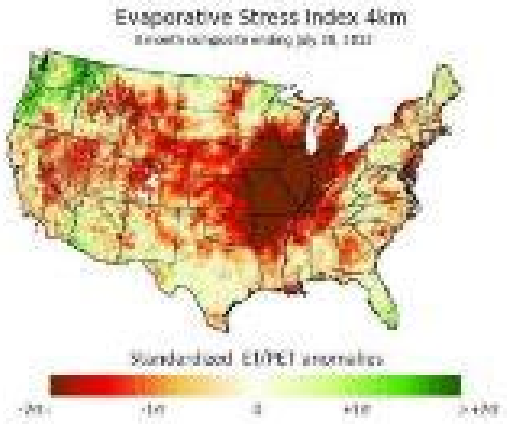
- Optimiser l'irrigation
- Gérér la consommation d'eau
- Gérer les restrictions
- Suivre les sécheresses et leur impact sur les rendements
- Meilleurs diagnostics de vulnérabilité (feux, sécheresse, gel,…)

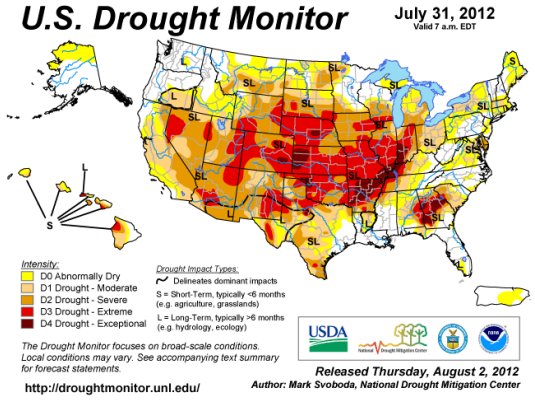
TRISHNA apporte

ET

STRESS

TEMPERATURE





Enjeux pour l'irrigation et apport des nouvelles missions spatiales

	Baseline	Target
Cartographie	Carte en fin de cycle-saison	Cartes cours de saison
Quantités	Cumul en fin de cycle-saison	Dates et volumes journaliers
Décision	Alerte	Pilotage

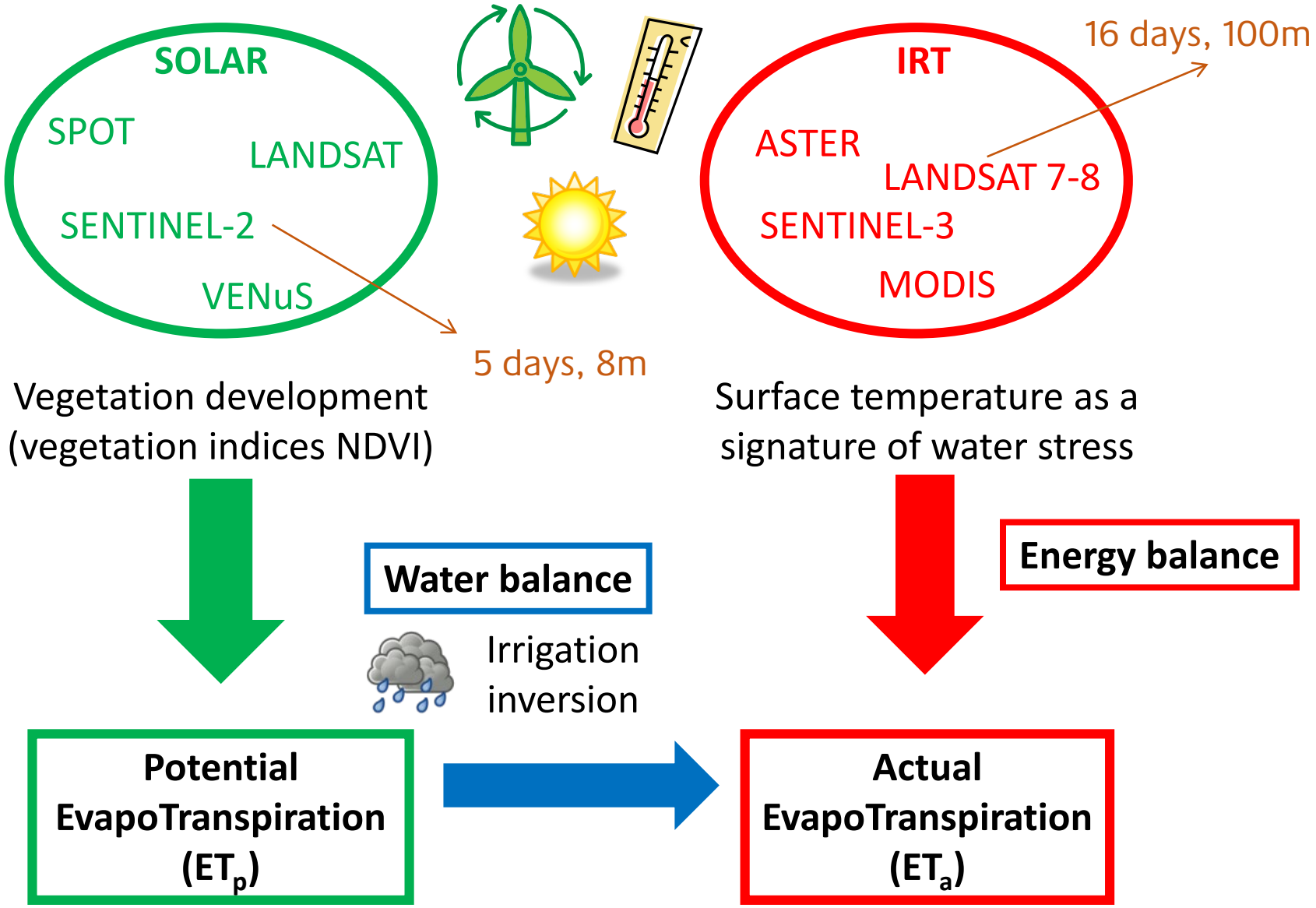
Télédétection = outil diagnostic (fin de saison) et pronostic (cours de saison)

Nombreux usages pour l'irrigation gravitaire ou par aspersion & pour les couverts herbacés
Contraintes importantes pour l'irrigation goutte-à-goutte et les couverts ligneux

Dans tous les cas, méthode générique consistant à estimer l'irrigation à l'aide de l'ensemble des composantes du bilan hydrique des surfaces ($I=ET-P+D+\Delta S$),
parfois assimilé à $I=ET-P$ > **évapotranspiration ET** terme clé de cette estimation

Quelle variable biophysique « temps réel » utilisable pour un processus de décision ou de pilotage ?

LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LES ZONES IRRIGUÉES



Estimation de ET à l'aide des données IRT

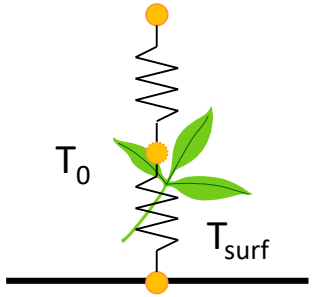
Single pixel models

Input = full meteorological forcing

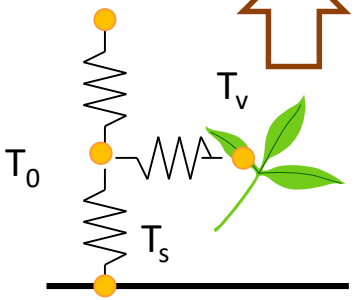
Single pixel temperature

+ hypothesis on vegetation stress or greenness

EvapoTranspiration **Evaporation** **Transpiration**



e.g. SEBS

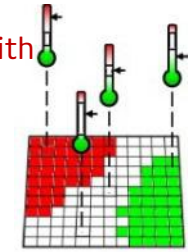


e.g. TSEB

Contextual models

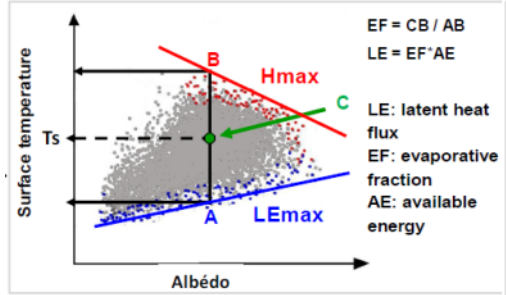
Input = reduced meteorological forcing

Temperature image with dry/wet edges identification

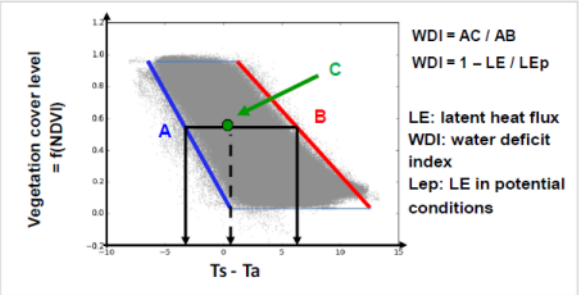


+ corresponding laws according to albedo or NDVI
...

EvapoTranspiration **Water availability**

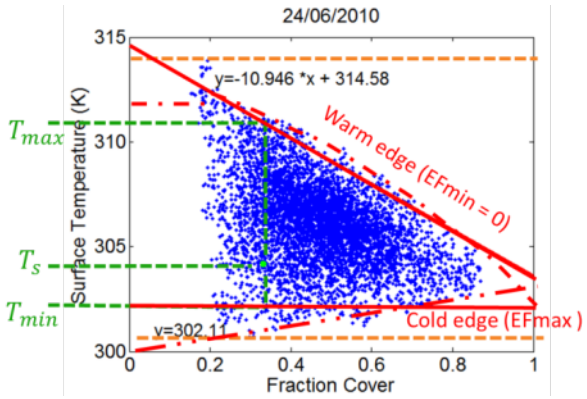


e.g. S-SEBI

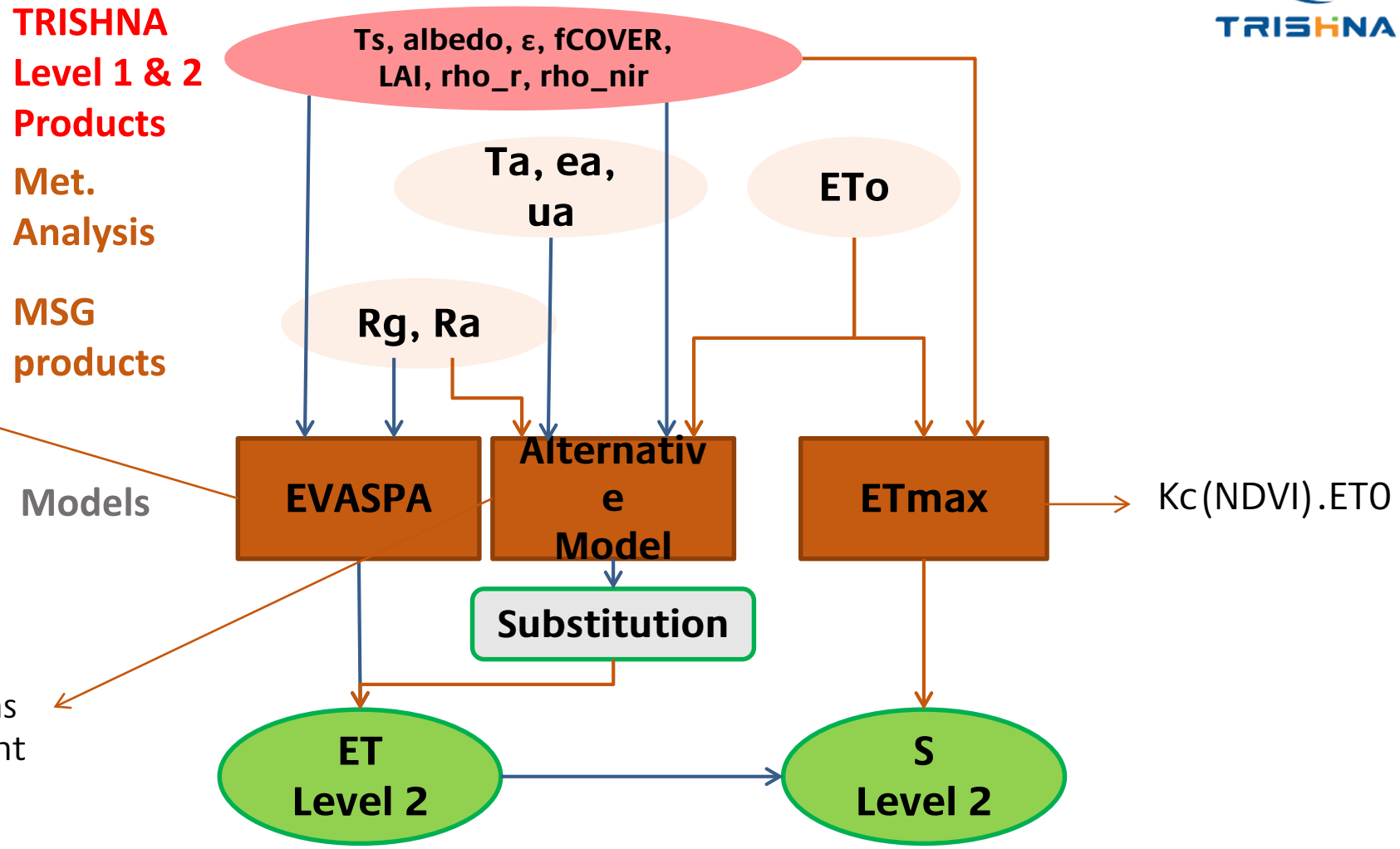


e.g. WDI

Produits de niveau 2 ET et S / le jour d'acquisition ciel cla



When dry and wet edges can't be identified properly (fully climate-controlled, uniformly dry conditions etc), single pixel model or equivalent (PT_JPL, STIC, ETLOOK....)



Produits « rapides » ou « quasi temps réel »

- Disponibles dans les 12h suivant le passage du satellite a priori

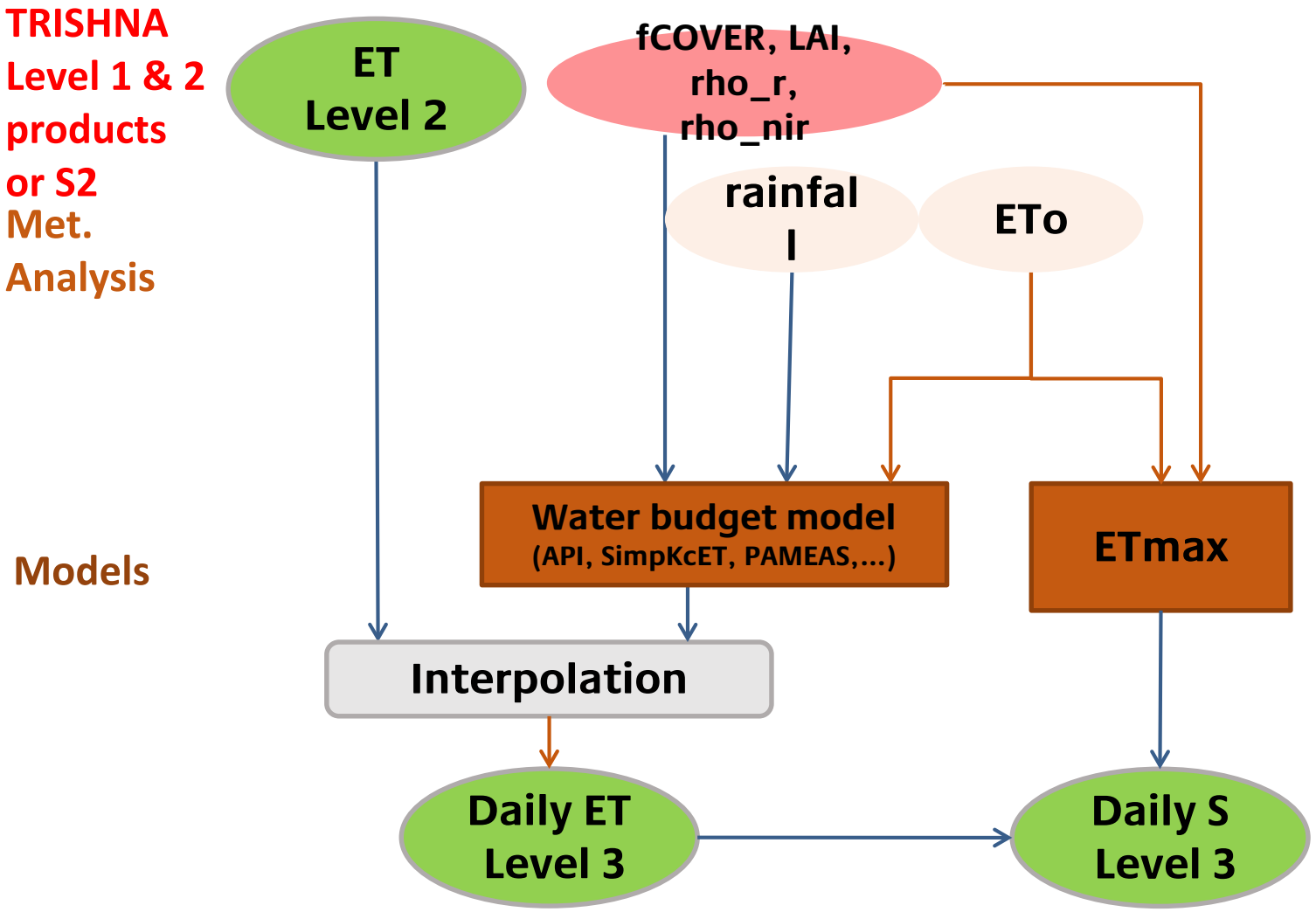
- l'Evaporative Fraction (Rapport entre ET et énergie disponible) est disponible au passage du satellite et peut être utilisé comme proxy du stress hydrique (analyse temporelle), mais sa valeur est sans doute moins « parlante » que le stress hydrique S

- Le stress hydrique (S=1-ET/ETmax) nécessite des données auxilliaires (météo)

- Pas de produit E ou T a priori, même si certains modèles permettent de les estimer

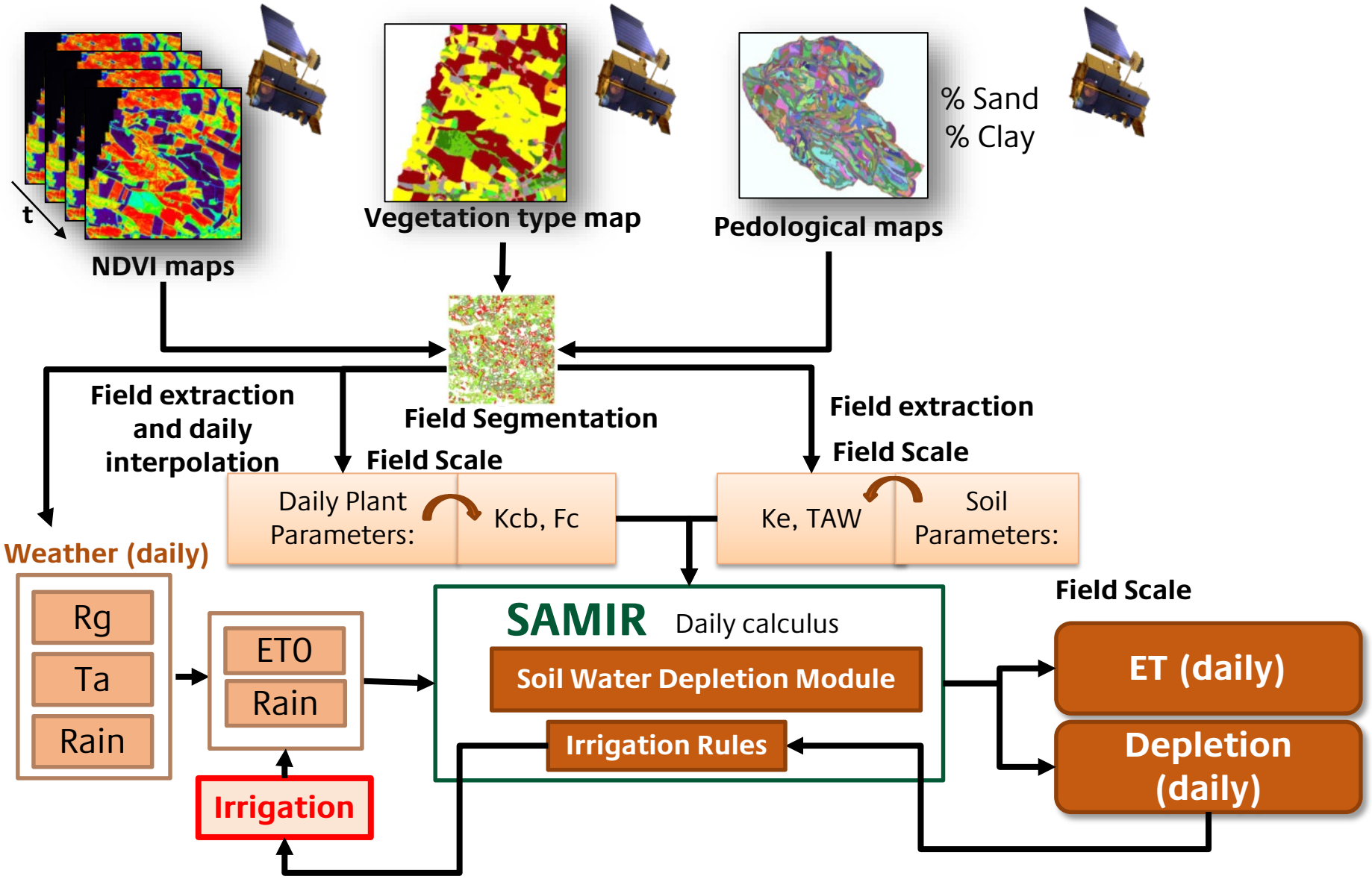
--> sommes intéressés par votre avis sur la question

Produits de niveau 3 ET et S / chaque jour de l'année

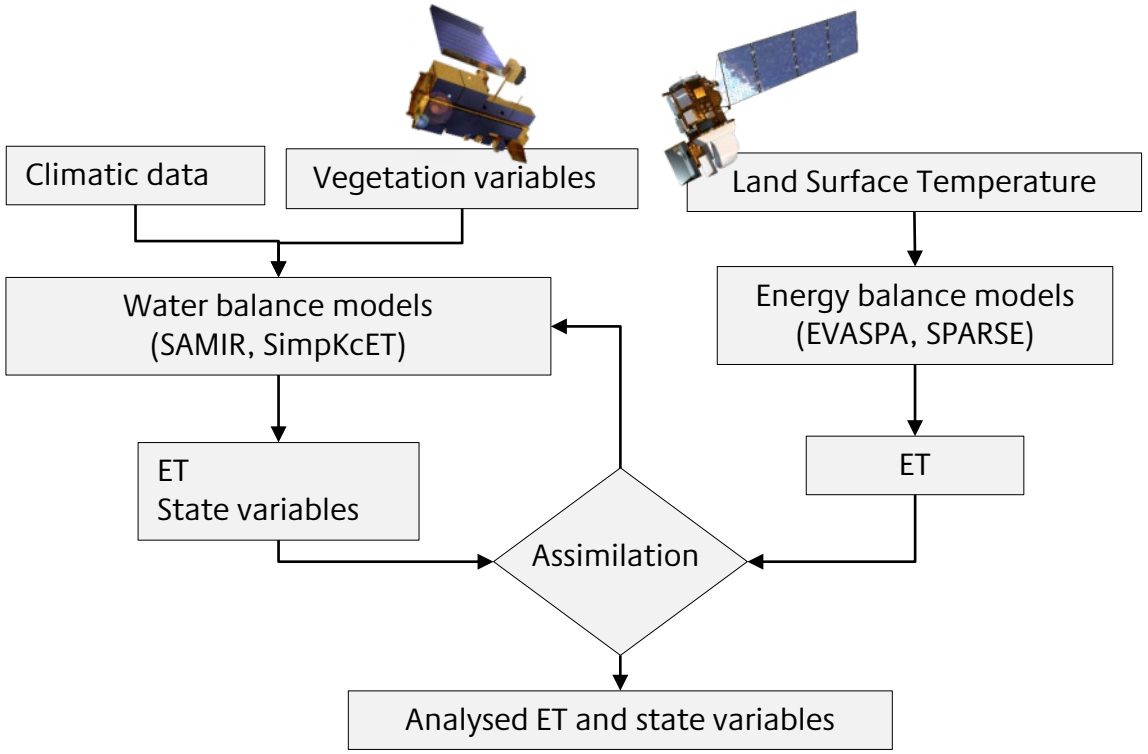


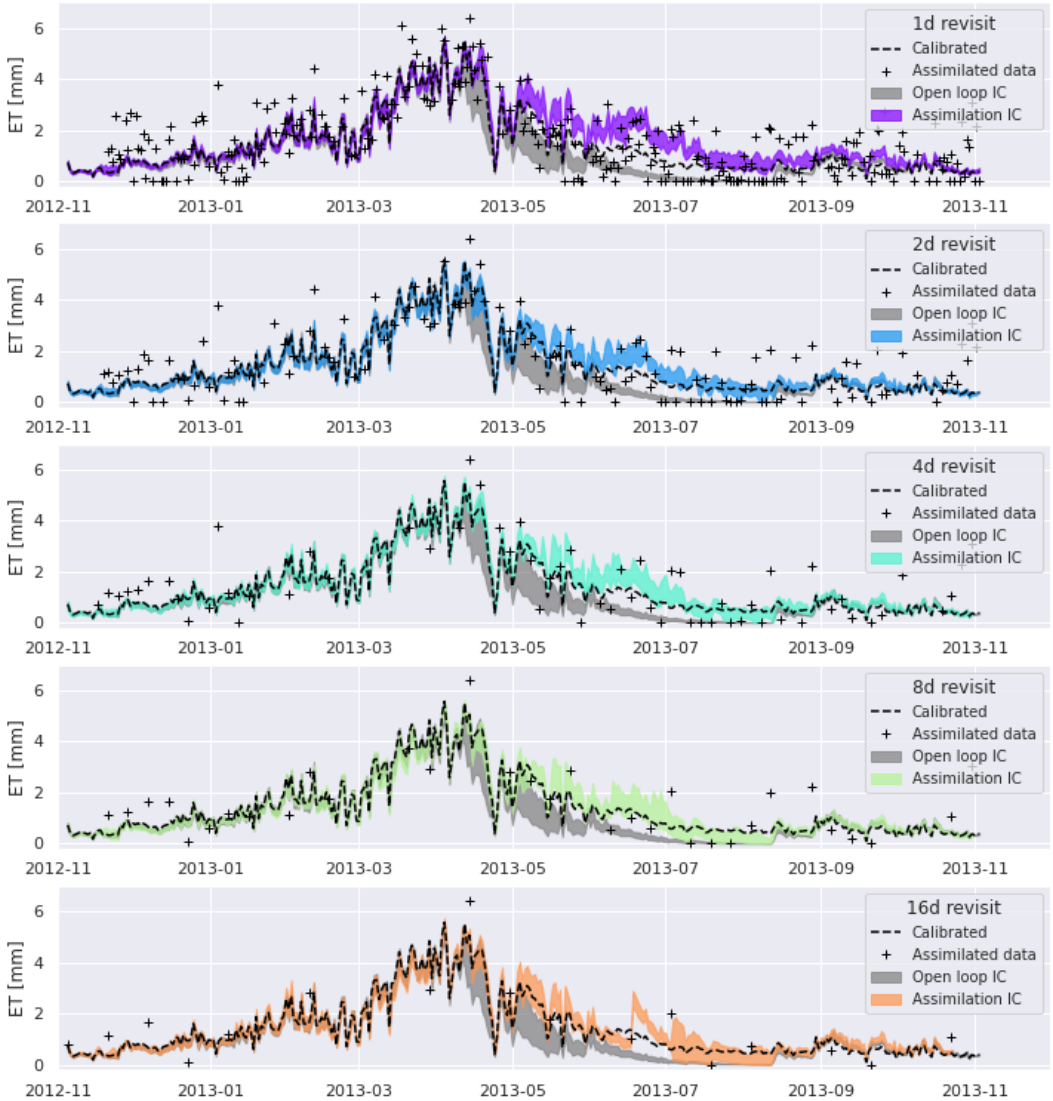
Modèle SAMIR

Plateforme MODSPA



Assimilation de ET(IRT) dans SAMIR





Complexe, mais permet une estimation de l'ensemble des composantes du bilan hydrique:
teneur en eau (surface/zone racinaire), flux (E et T)

Retrouvez toutes les présentations de l'atelier

UTILISATION DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LES ZONES IRRIGUÉES

sur www.theia-land.fr/2022-irrigation