



<http://www.eranetmed-chaams.org>

FP7/ERANET-MED 3rd Call (Oct. 2018-Oct. 2022)

Projet « Global Change: Assessment and Adaptation to Mediterranean Region Water Scarcity » (CHAAMS)

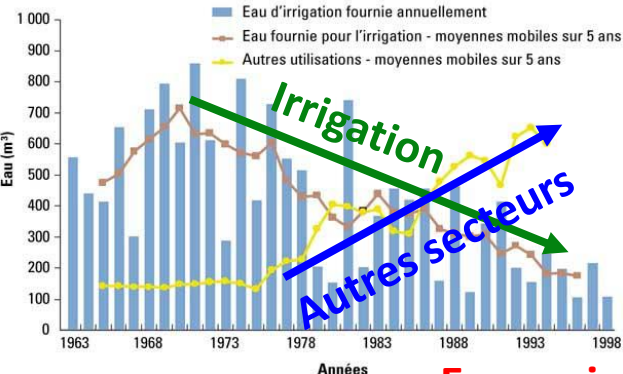
Coordination: H. Chakroun, M. Zribi, L. Jarlan



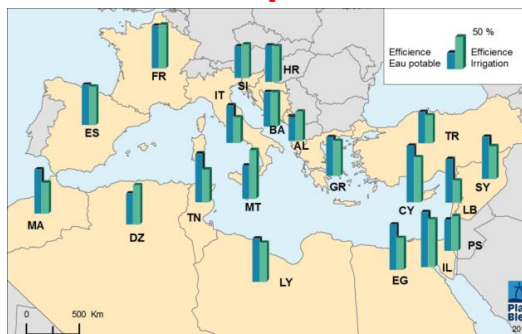


Ressources en eau et agriculture en Méditerranée du Sud

Compétition inter-secteurs



Eau agricole = Principal levier d'économie



**85% d'eau mobilisable
/ faible efficience**

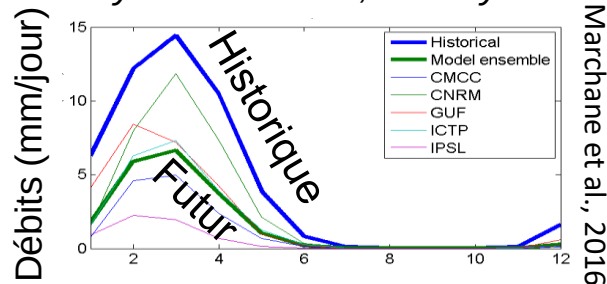
Mutation des pratiques



Effets pervers de certaines
politiques publiques
incitatives

Changements climatiques

Chute des apports
Cycle saisonnier, Rheraya



Fréquences aléas



sècheresse

Augmentation de la production / durabilité des ressources

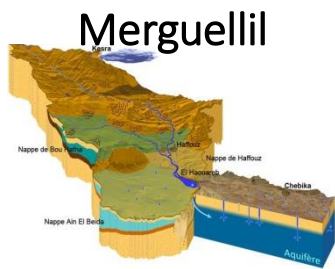
Questions

Scientifiques

Devenir des ressources ...



Production



Réservoirs



... et des usages agricoles ?



Mutation



Besoin en eau

Vulnérabilité des agro-systèmes ?



Quelles nouvelles pratiques et/ou quelle efficacité ?



Adéquation ressources/
usages



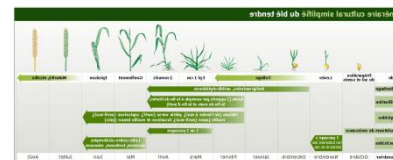
Arboriculture pluviale



Goutte-à-goutte



Irrigation de complément /
déficitaire



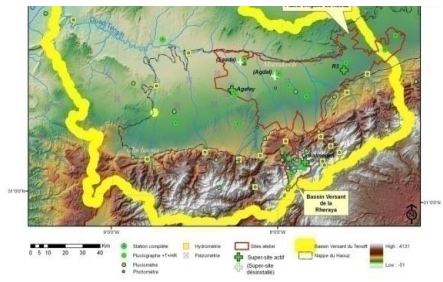
Refonte calendrier culturaux

Sociétales

4 agrosystèmes méditerranéens

- **Enjeux** socio-économiques / Mutations agricoles / Spécificités
- **Collaborations historiques** bilatérales (PHC,) et multi-latérales (ANR AMETHYST, H2020 RISEs)
- **LMI** TREMA et NAILA, **LIA** OLIFE / **Observatoires**
- **Projets en commun**: CNRST SAGESSE (2016-2020), H2020 PRIMA IDEWA (2020-2023) et RISE ACCWA (2019-2022), PHCs Toubkal et Cèdre, H2020 ERANET ALTOS (2020-2024), TOSCA/CNES

Tensift



Lebna

Merguellil

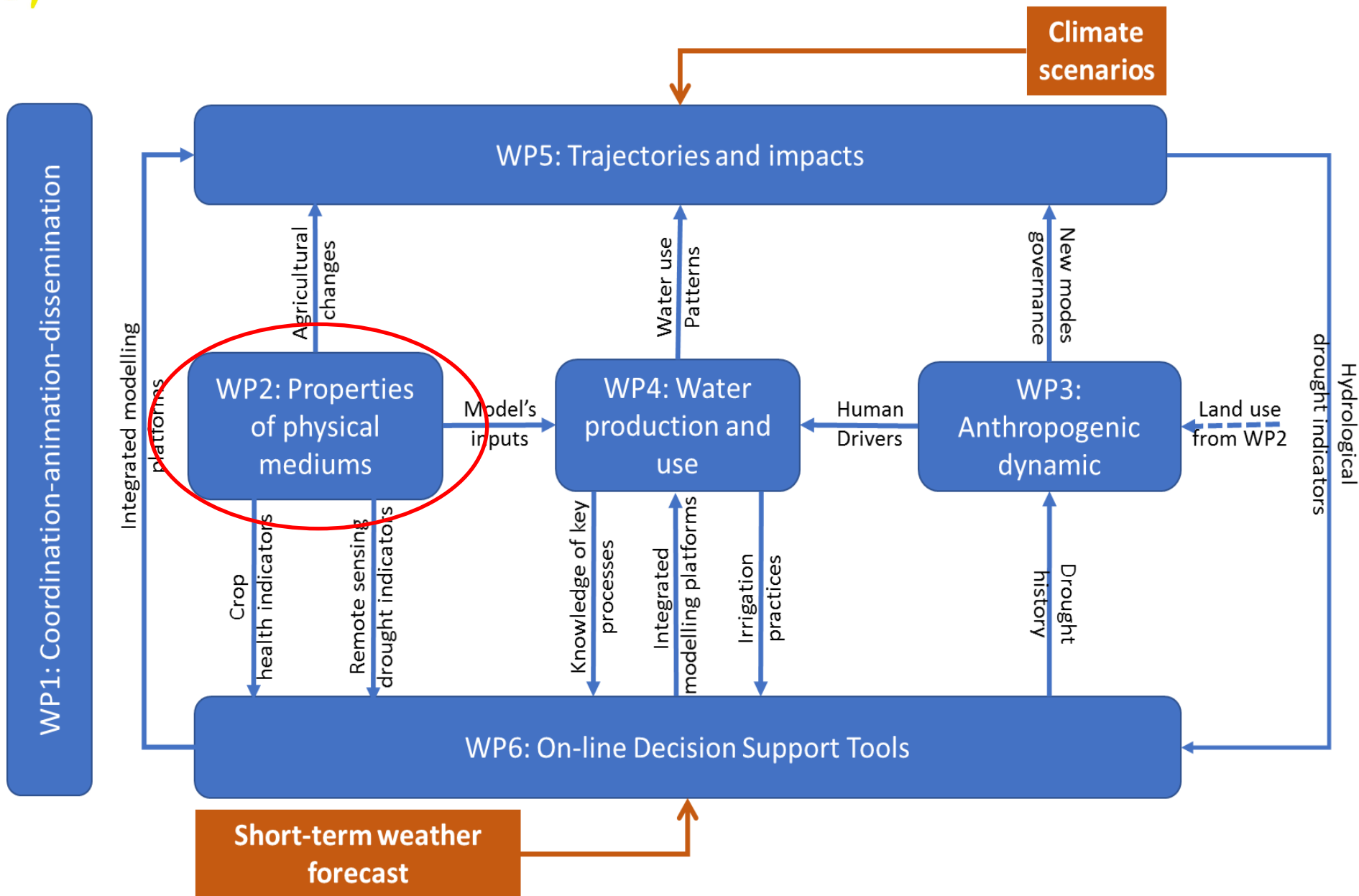


Litani





Logique et organisation du projet CHAAMS





2.1 In situ observation analysis

Données historiques observatoires

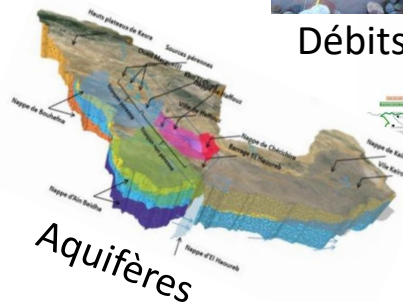


Echanges
SVA



Neige

Débits

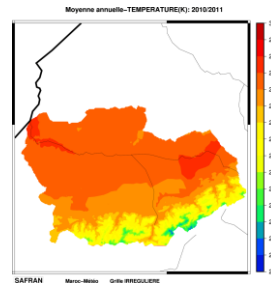


Aquifères

Aménagements
agricoles

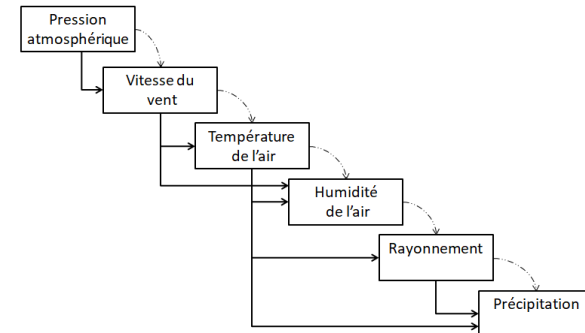


Chaîne hydrométéo
SAFRAN-RAPID-
MODCOU



Thèse A. Moucha,
Météo-Maroc (cf.
présentation Jarlan)

Désagrégation forçage météorologique présent/futur



Thèse N. Farhani, Tunisie (cf.
poster)

Mise à niveau

Réseau d'humidité (Bekaa) Sapflow (projets SICMED/TOSCA)



2.1 In situ observation analysis

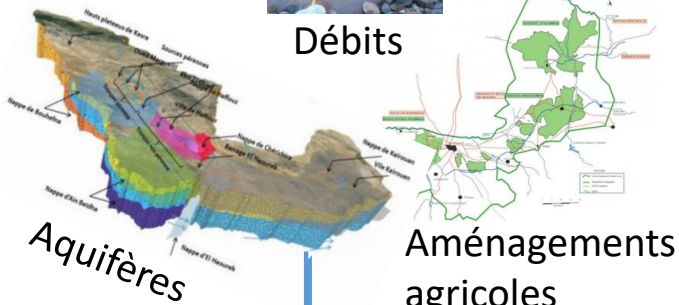
Données historiques observatoires



Echanges
SVA

Neige

Débits

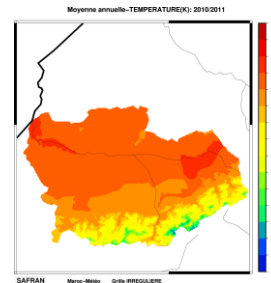


Aquifères

Aménagements
agricoles

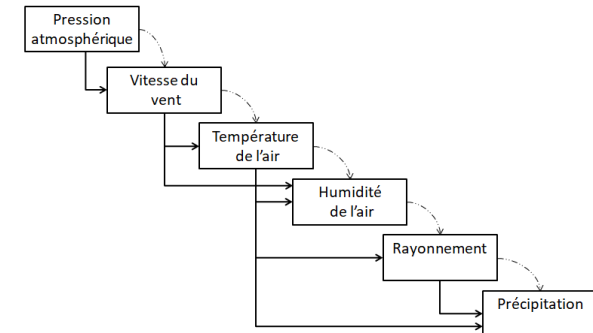


Chaîne hydrométéo
SAFRAN-RAPID-
MODCOU



Thèse A. Moucha,
Météo-Maroc (cf.
presentation)

Désagrégation forçage météorologique présent/futur



Thèse N. Farhani, Tunisie

Détection du stress hydrique



Céréales



Arboriculture

Expérimental



Projets TOSCA/CNES

Thèses N. Ouadi ; A. Chakir, UCAM (cf. poster Ouadi et
présentation Le Dantec)

Mise à niveau

Réseau d'humidité low cost Bekaa





WP2: Properties of physical mediums

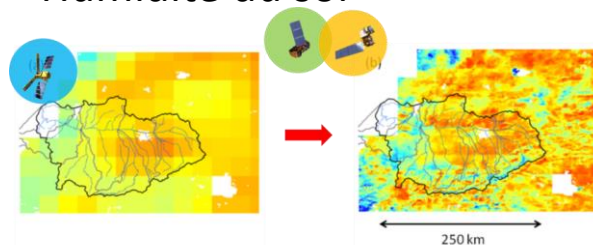
Z. Lili-Chabaane UCAR / J. Ezzahar, UCAM

2.1 In situ observation analysis

Caractérisation des états de surface

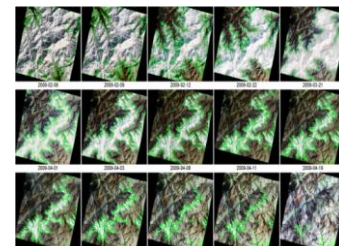
Produits opérationnels

Humidité du sol



Produits SMOS désagrégés

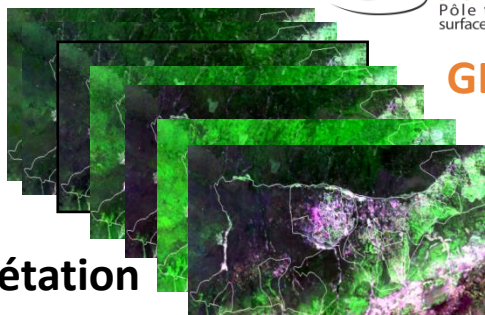
Surfaces enneigées



Produits THEIA S2

2.1 Remote sensing of surface properties

Copernicus



Humidité

Neige





WP2: Properties of physical mediums

Z. Lili-Chabaane UCAR / J. Ezzahar, UCAM

2.1 In situ observation analysis

Caractérisation des états de surface

Produits opérationnels

Humidité du sol

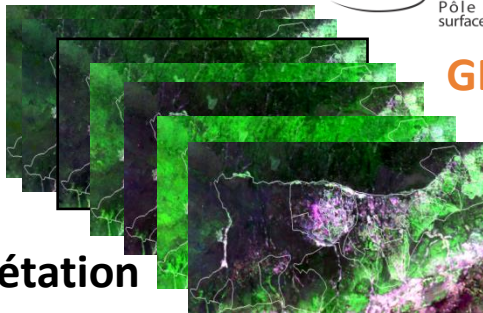
Surfaces enneigées

Développements méthodologiques

Humidité du sol superficielle S1/S2

2.1 Remote sensing of surface properties

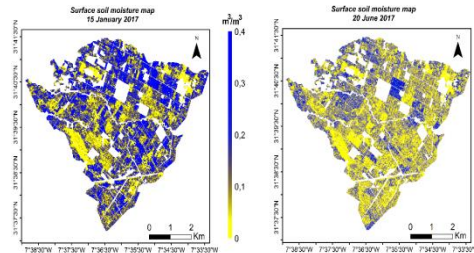
Copernicus



Végétation

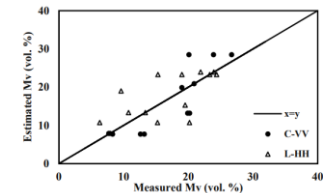
Neige

Humidité



Ouaadi et al., 2020

Thèse Emna Ayari,
(combinaison radar bande
C et L, INAT) / cf. poster



Ayari et al., 2021

2.1 In situ observation analysis

Caractérisation des états de surface

Produits opérationnels

Humidité du sol

Surfaces enneigées

Développements méthodologiques

Humidité du sol superficielle S1/S2

2.1 Remote sensing of surface properties

Copernicus

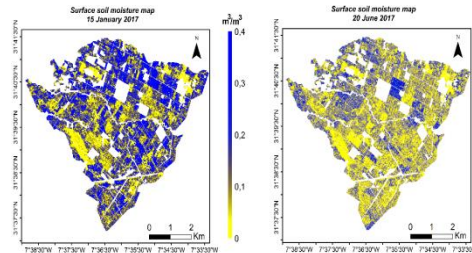


GEOSUD

Végétation

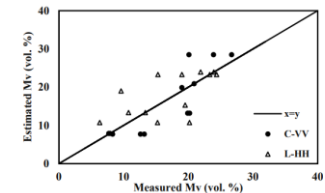
Humidité

Neige



Ouaadi et al., 2020

Thèse Emna Ayari,
(combinaison radar bande
C et L, INAT) / cf. poster



Ayari et al., 2021

Snow Water Equivalent

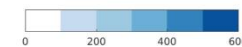
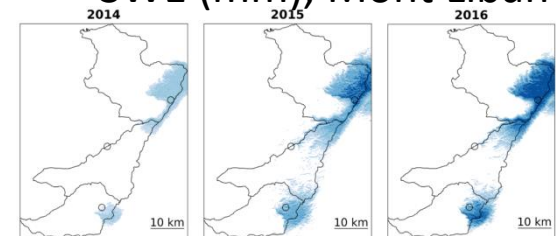


Modélisation
distribuée

Validation
- in situ
- Télédétection



SWE (mm), Mont Liban



Fayad et Gascoin, HESS, 2020

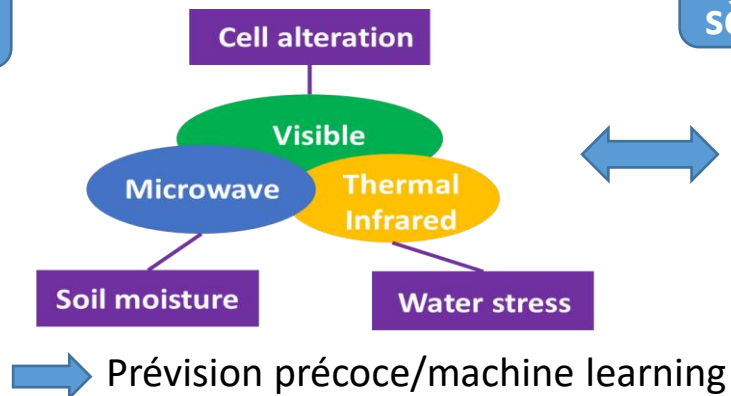


WP2: Properties of physical mediums

Z. Lili-Chabaane UCAR / J. Ezzahar, UCAM

2.1 *In situ* observation analysis

Rem. Sens. Drought indices



Nouveaux indicateurs de sécheresse multi-sources



Rendements céréales
Thèse E. Bouras (cf.
présentation Al Bitar)

2.2 Remote sensing of surface properties

2.3 Remote sensing drought indicators

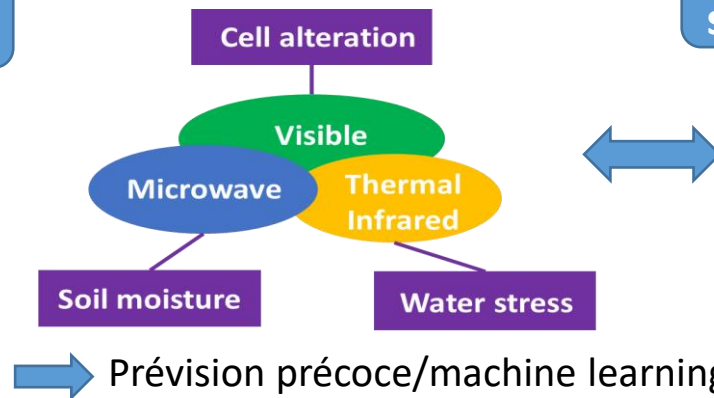


WP2: Properties of physical mediums

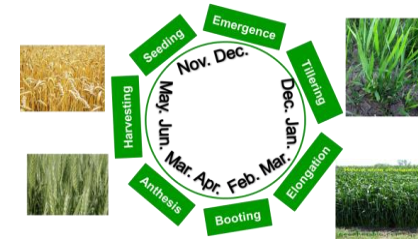
Z. Lili-Chabaane UCAR / J. Ezzahar, UCAM

2.1 In situ observation analysis

Rem. Sens. Drought indices



Nouveaux indicateurs de sécheresse multi-sources



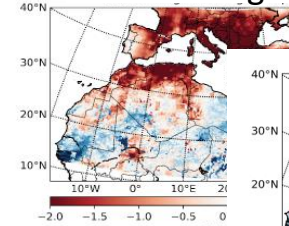
Rendements céréales
Thèse E. Bouras (cf. présentation Al Bitar)

2.2 Remote sensing of surface properties

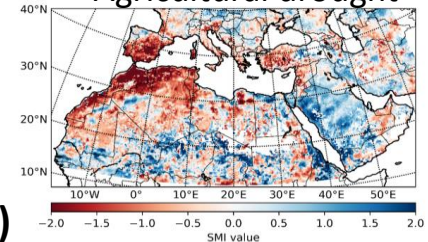
Rainfall and remotely sensed soil moisture products over the MENA region

Master S. Najem (cf. présentation Al Bitar)

Meteorological drought



Agricultural drought



2.3 Remote sensing drought indicators

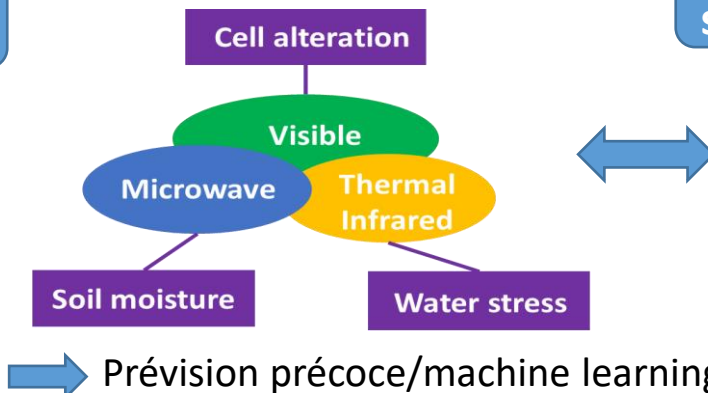


WP2: Properties of physical mediums

Z. Lili-Chabaane UCAR / J. Ezzahar, UCAM

2.1 In situ observation analysis

Rem. Sens. Drought indices



Nouveaux indicateurs de sècheresse multi-sources

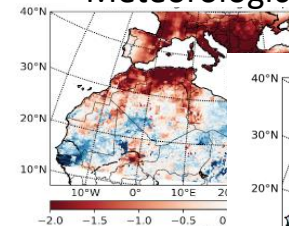


Rendements céréales
Thèse E. Bouras (cf. présentation Al Bitar)

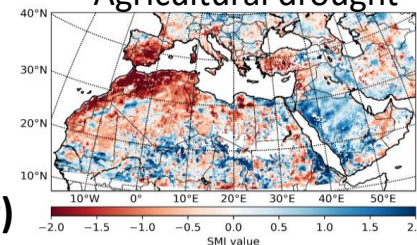
2.2 Remote sensing of surface properties

Rainfall and remotely sensed soil moisture products over the MENA region

Meteorological drought



Agricultural drought

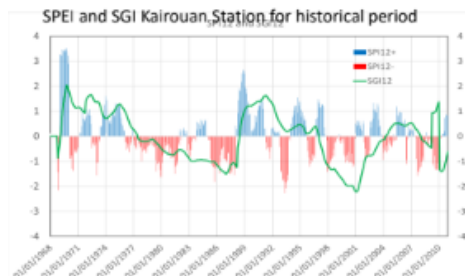


Master S. Najem (cf. présentation Al Bitar)

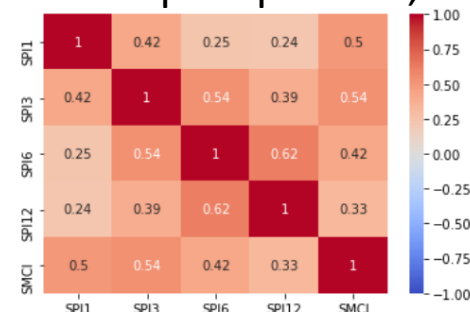
Analyse SPI, SPEI ... Kairouan

Lien humidité-précipitation, Tensift

2.3 Remote sensing drought indicators



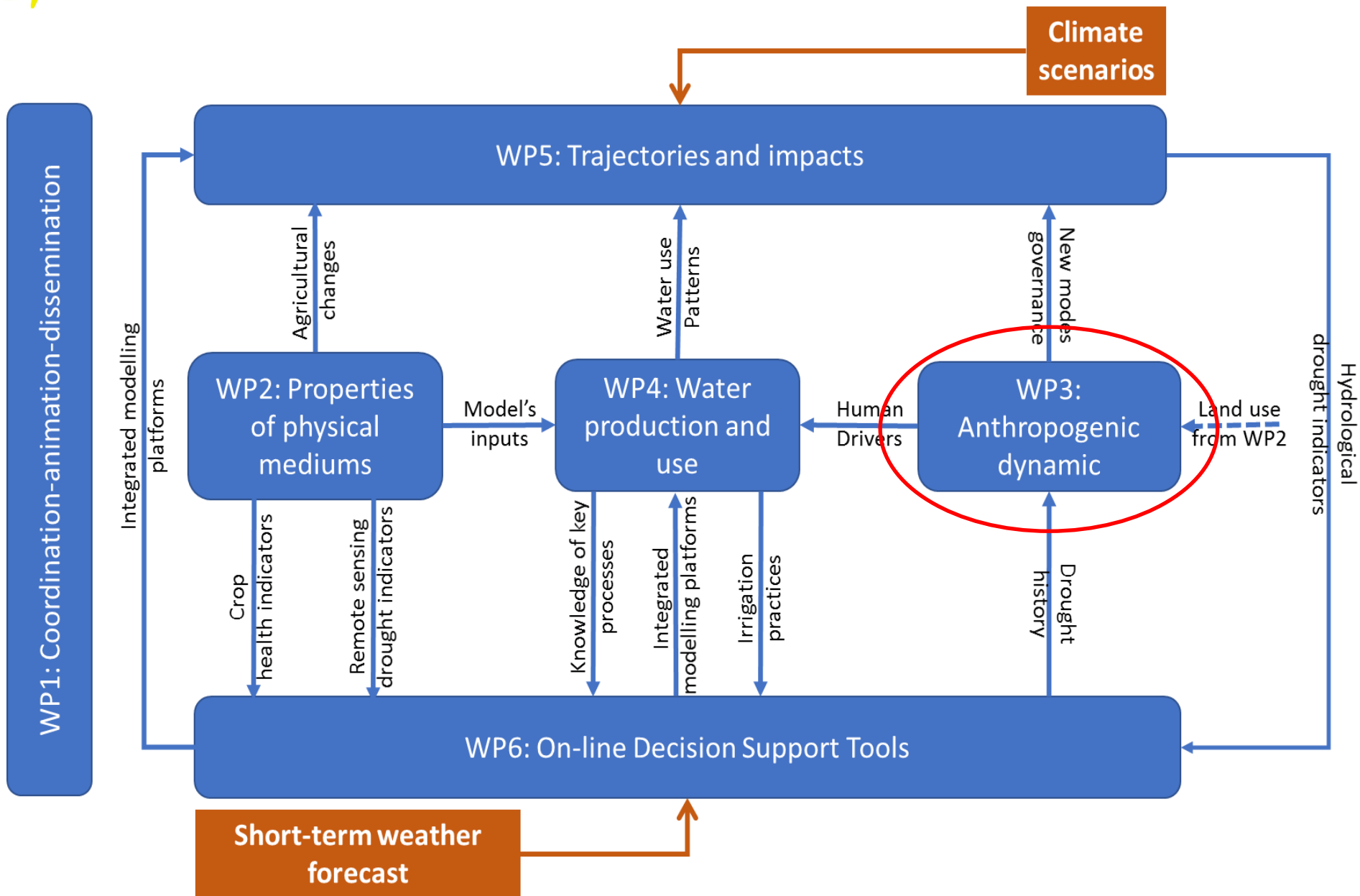
E. Gargouri-Ellouze et al., cf poster



Thèse K. Oukkadour, cf poster



Logique et organisation du projet CHAAMS



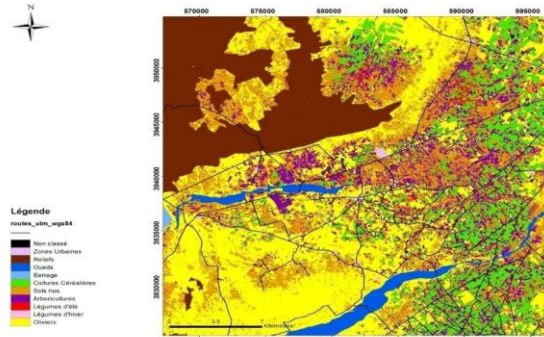
3.1 Assessment of land use changes and their drivers



Irrigué/non irrigué
Annuelles/arborés
Densité ?

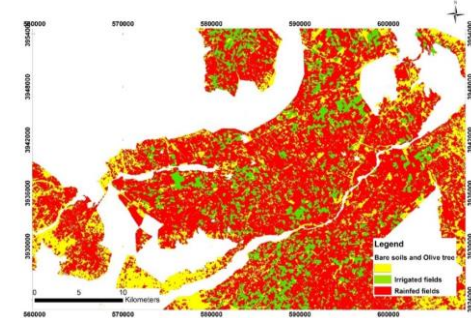
Développements méthodologiques

Occupation du du sol Merguellil



Travaux Kassouk et al., cf
présentation

Irrigué/pluvial
Merguellil



Thèse S. Bousbih

3.1 Assessment of land use changes and their drivers

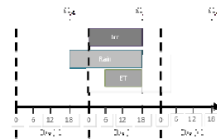


Irrigué/non irrigué
Annuelles/arborés

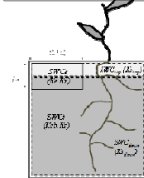
Densité ?

Estimation des irrigations / Humidité S1

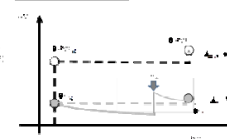
1. Adjust to daily time step



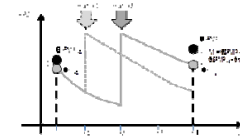
2. Estimation of upper soil moisture



3. Detect irrigation



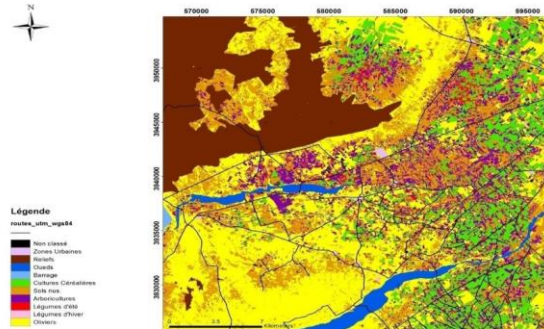
4. Inject irrigation



Travaux Le Page et
Ouaadi, cf
presentation Ouaadi

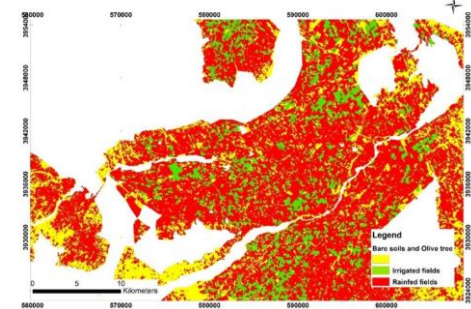
Développements méthodologiques

Occupation du du sol Merguellil



Travaux Kassouk et al., cf
présentation

Irrigué/pluvial
Merguellil



Thèse S. Bousbih

3.1 Assessment of land use changes and their drivers

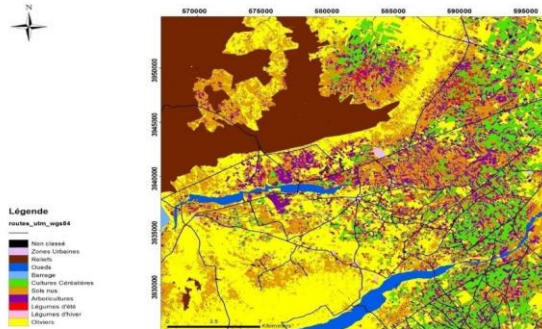


Irrigué/non irrigué
Annuelles/arborés
Densité ?

Estimation des irrigations / Humidité S1

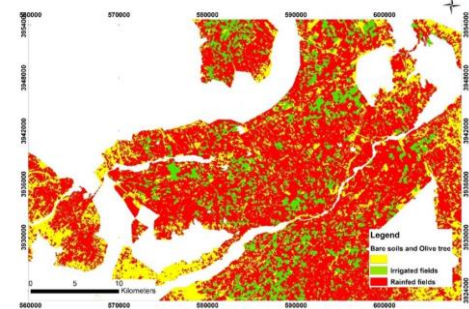
Développements méthodologiques

Occupation du du sol Merguellil

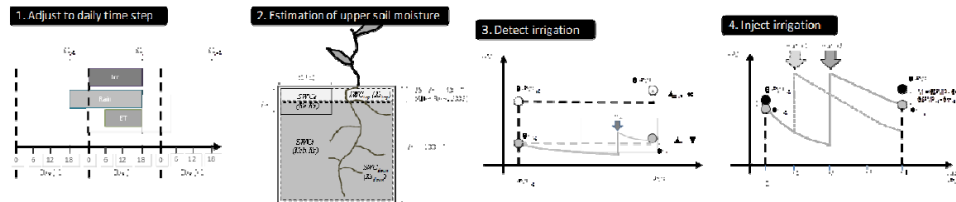


Travaux Kassouk et al., cf
présentation

Irrigué/pluvial
Merguellil

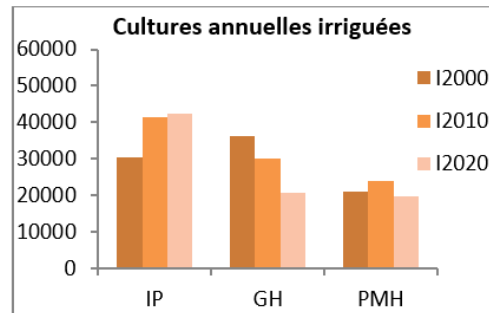
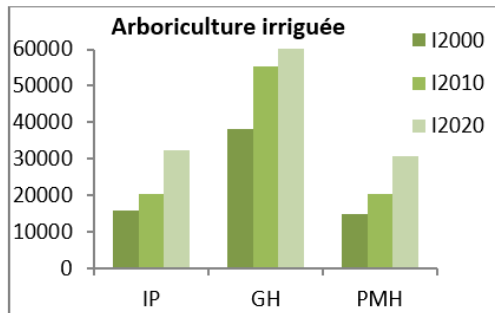


Thèse S. Bousbih



Travaux Le Page et
Ouaadi, cf
présentation Ouaadi

Dynamique de l'OS sur le Tensift



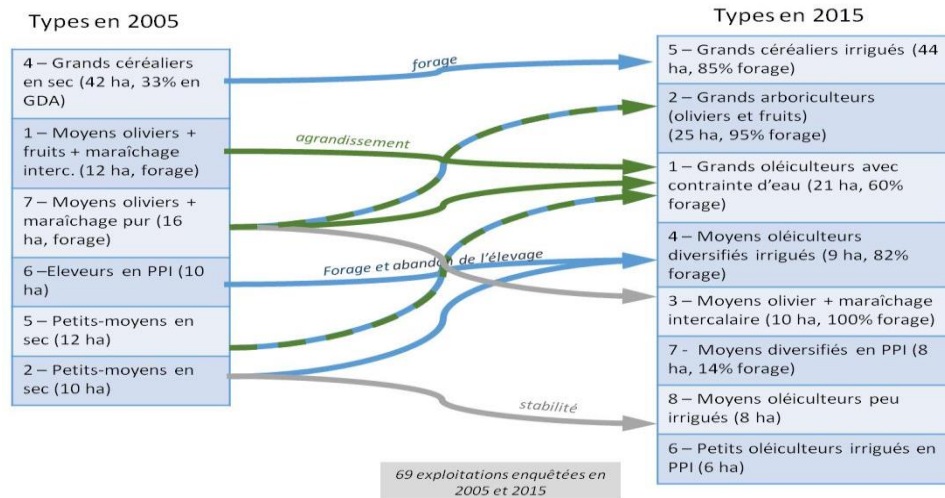
Présentation Simonneaux

- Tendances annuelles/pérennes
→ Scénarios (cf. présentations Fakir et Le Page)
- Augmentation des zones irriguées privées

3.1 Assessment of land use changes and their drivers

Grande diversité de type d'exploitations et de trajectoire d'évolution

3.2 Typology of farmer strategies to cope with drought and changing patterns of access to water



Comprendre les drivers

Sècheresses



Politiques publiques



Foncier/accès à l'eau



Marchés

Adaptation des irriguants au condition de sècheresse sur le Lebna et le Merguellil



S. Morardet et al., cf presentation



WP3 "Anthropogenic dynamic"

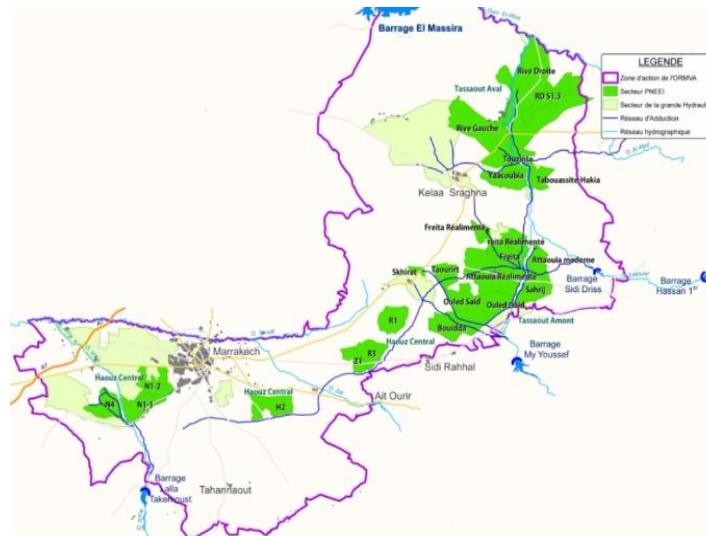
M. Montginoul, IRSTEA/G-EAU

3.1 Assessment of land use changes and their drivers

3.2 Typology of farmer strategies to cope with drought and changing patterns of access to water

3.3 Description of water management and governance and their impacts on farmers' strategies

Analyse de l'impact de la modernisation des périmètres sur les agriculteurs et la ressource



Comprendre les drivers

Sècheresses



Politiques publiques



Foncier/accès à l'eau

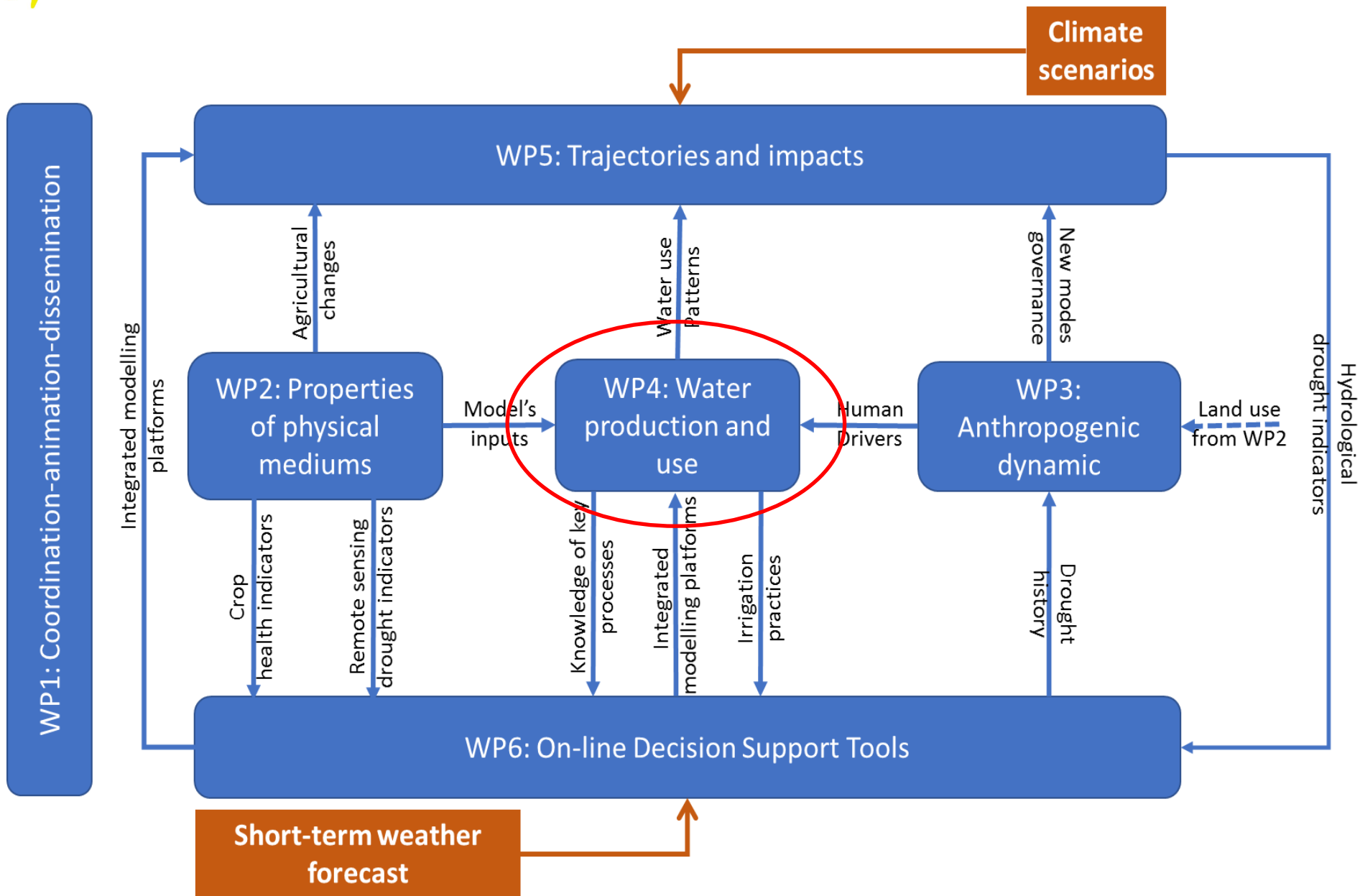


Marchés

Cf. presentation Montginoul



Logique et organisation du projet CHAAMS





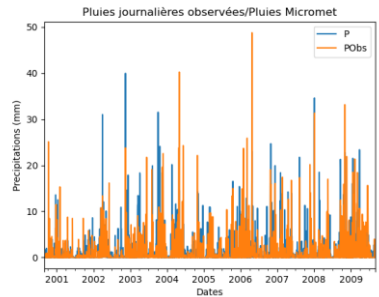
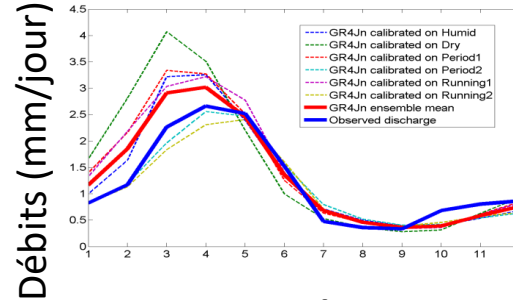
WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

Modélisation hydrologique

Rivière Bekaa/amont lac Karaoun

Modèle GR4J-neige, 1989-2009



Chaîne GR4J-cémaneige

Stage CNRSL 2020 / Fadel et al., 2022

Posters Benkirane et al.

4.1 Upland “water production”: Intermittent stream-flow modelling, snow hydrology and stream contamination



Débits/ Contribution
nivale Contamination
herbicides aval ?



WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

Modélisation hydrologique

4.1 Upland “water production”: Intermittent stream-flow modelling, snow hydrology and stream contamination

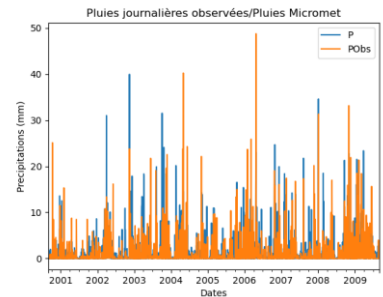
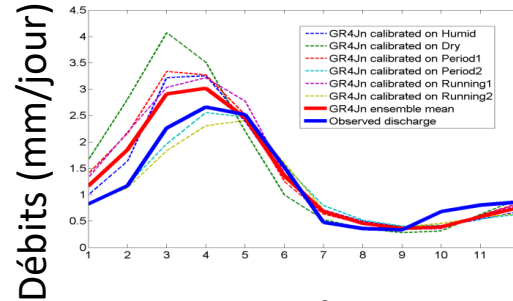


Débits/ Contribution
nivale

Contamination
herbicides aval ?

Rivière Bekaa/amont lac Karaoun

Modèle GR4J-neige, 1989-2009



Chaîne GR4J-cémaneige

Stage CNRSL 2020 / Fadel et al., 2022 Posters Benkirane et al.

Débit et érosion sur le bassin du Merguellil

Outil SWAT

Cf. présentation Aouassi,
Benabdallah, et al.





WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

Modélisation hydrologique

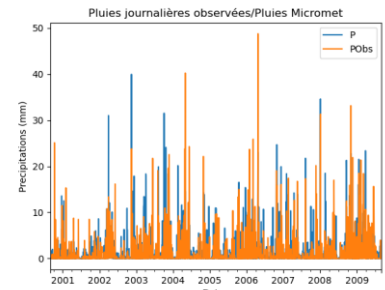
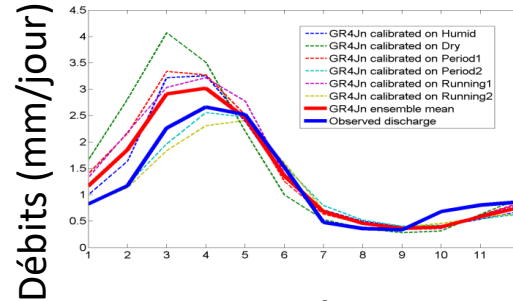
4.1 Upland “water production”: Intermittent stream-flow modelling, snow hydrology and stream contamination



Débits/ Contribution
nivale Contamination
herbicides aval ?

Rivière Bekaa/amont lac Karaoun

Modèle GR4J-neige, 1989-2009



Chaîne GR4J-cémaneige

Stage CNRSL 2020 / Fadel et al., 2022 Posters Benkirane et al.

Débit et érosion sur le bassin du Merguellil

Outil SWAT

Cf. présentation Aouassi,
Benabdallah, et al.



Suivi et dynamique des ressources nivales



Travaux Hanich et al., cf présentation



WP4 « Water production and use »

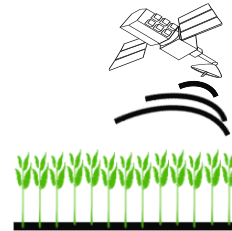
R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

4.1 Upland “water production”:
Intermittent stream-flow
modelling, snow hydrology and
stream contamination

**4.2 Water use: SVA transfer
processes on rain-fed and
irrigated crops**

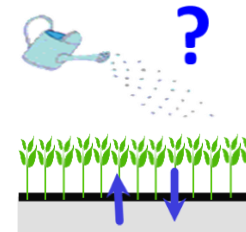
Usage / Besoin en eau des cultures, évapotranspiration

Bilan d'énergie



**TSEB et SPARSE
(double bilan
d'énergie)**

Bilan hydrique



**FAO-56 double
coefficient et SVAT**

- grande variété
de modèles

Cf. presentation Chakroun et al. / Chahbi et al. / Er-Raki et al.



WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

4.1 Upland “water production”:
Intermittent stream-flow
modelling, snow hydrology and
stream contamination

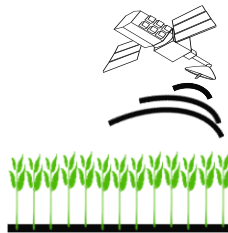
**4.2 Water use: SVA transfer
processes on rain-fed and
irrigated crops**

Usage / Besoin en eau des cultures, évapotranspiration

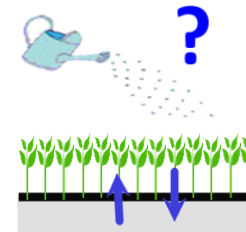
Bilan d'énergie

Bilan hydrique

- grande variété
de modèles



**TSEB et SPARSE
(double bilan
d'énergie)**



**FAO-56 double
coefficient et SVAT**

Cf. presentation Chakroun et al.

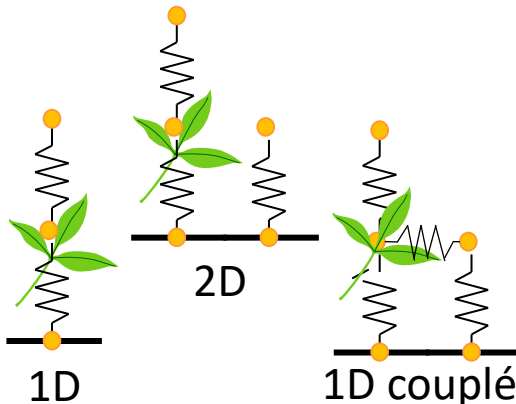
Travaux piémont présentation Salah Er-Raki

Modélisation couverts complexes

Rang, éparsité, multi-strate



Couplages ?



Thèse Wafa Chebii et cf. poster Aouade et al.



WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

4.1 Upland “water production”:
Intermittent stream-flow
modelling, snow hydrology and
stream contamination

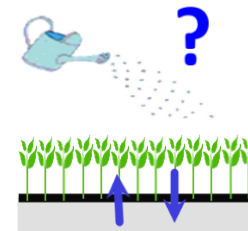
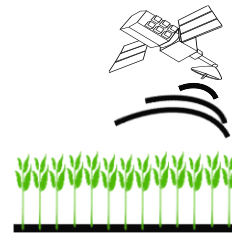
4.2 Water use: SVA transfer
processes on rain-fed and
irrigated crops

Usage / Besoin en eau des cultures, évapotranspiration

Bilan d'énergie

Bilan hydrique

- grande variété
de modèles



TSEB et SPARSE
(double bilan
d'énergie)

FAO-56 double
coefficient et SVAT

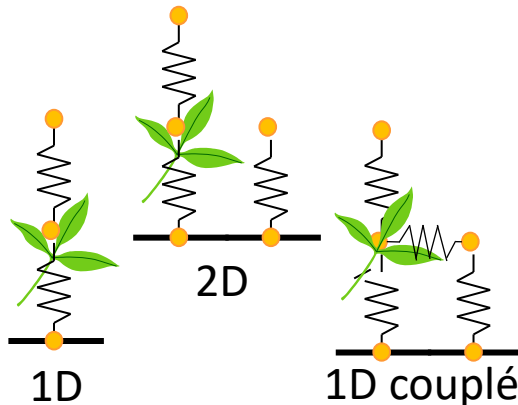
Cf. presentation Chakroun et al. / Chahbi et al. /Er-
Raki et al.

Modélisation couverts complexes

Rang, éparsité, multi-strate

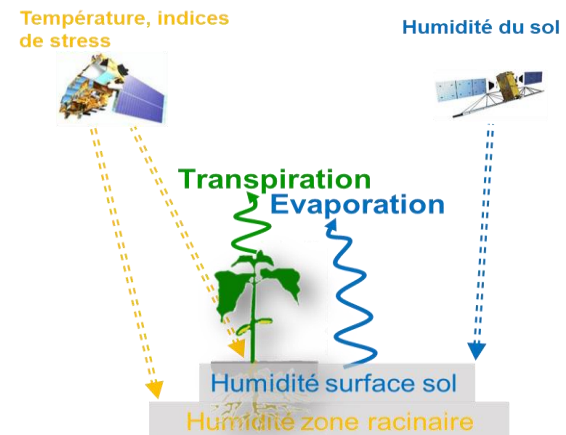


Couplages ?



Thèse Wafa Chebii et Aouade et al., 2020

Amélioration des outils de modélisation



Travaux Aitssaine et al.



WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

4.1 Upland “water production”:
Intermittent stream-flow
modelling, snow hydrology and
stream contamination

**4.2 Water use: SVA transfer
processes on rain-fed and
irrigated crops**

**4.3 Underground “water
production and use”: recharge
and contaminant processes**

Production / Recharge

Retour d'eau ?



**Thèse Bouimass (UCA) /
Présentation Fakir
Poster Slama et al.**



Oueds

Contamination nitrates ?



WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

4.1 Upland “water production”:
Intermittent stream-flow
modelling, snow hydrology and
stream contamination

**4.2 Water use: SVA transfer
processes on rain-fed and
irrigated crops**

**4.3 Underground “water
production and use”: recharge
and contaminant processes**

Production / Recharge

Retour d'eau ?



**Thèse Bouimass (UCA) /
Présentation Fakir
Poster Slama et al.**

Impact nappes / irrigation



Equilibre
ressources-usages ?

**Cf. présentation
Fakir/Le Page**



Oueds

Contamination nitrates ?



WP4 « Water production and use »

R. Bouhlila, UTM et O. Grünberger, LISAH

4.1 Upland “water production”:
Intermittent stream-flow
modelling, snow hydrology and
stream contamination

4.2 Water use: SVA transfer
processes on rain-fed and
irrigated crops

4.3 Underground “water
production and use”: recharge
and contaminant processes

Production / Recharge

Retour d'eau ?



Thèse Bouimass (UCA) /
Présentation Fakir
Poster Slama et al.

Impact nappes / irrigation



Equilibre
ressources-usages ?

Cf. présentation
Fakir/Le Page

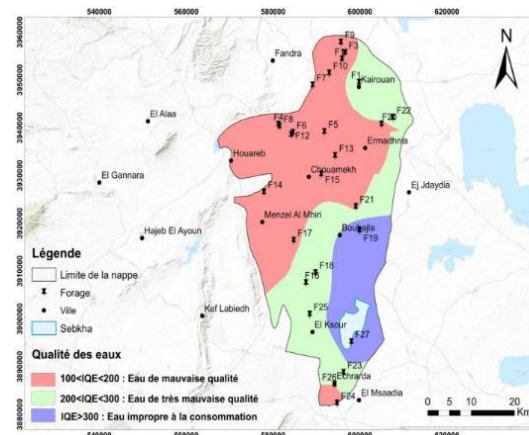
Contamination nitrates et salinité des aquifères (Kairouan)

Poster Hosni et al.



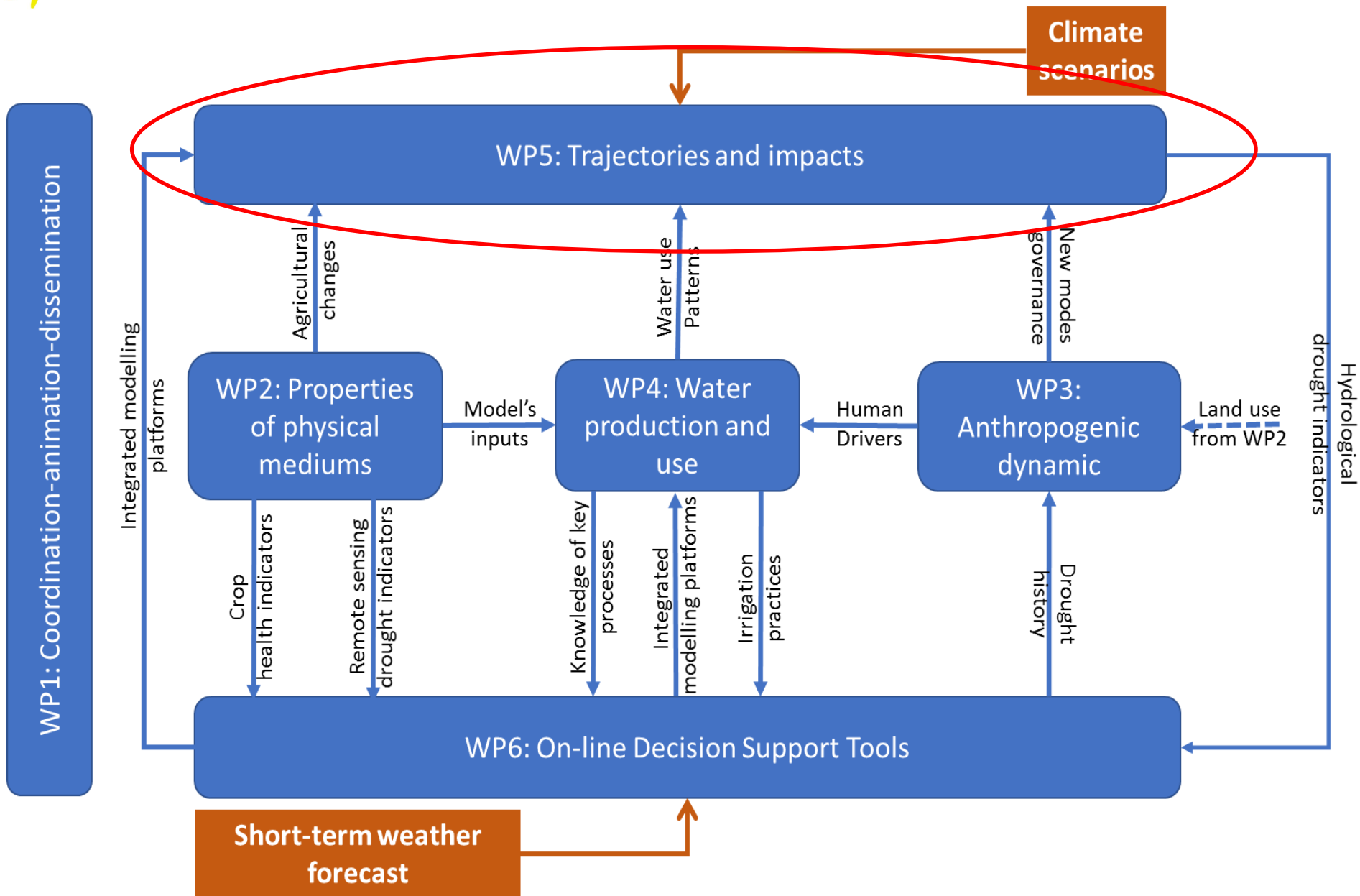
Oueds

Contamination nitrates ?





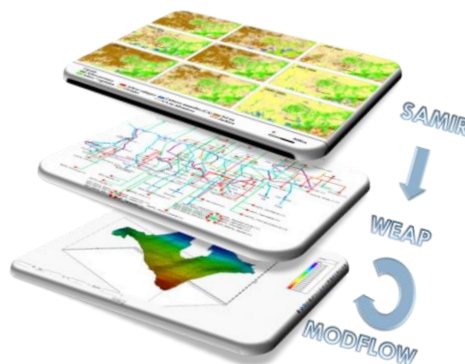
Logique et organisation du projet CHAAMS



5.1 Building the future scenarios



Co-construction gestionnaires
Atelier Marrakech, 2020



Merguellil et Tensift

Affiner les scénarios

Objectifs des directives publiques

Impact de la modernisation des
périmètres irrigués



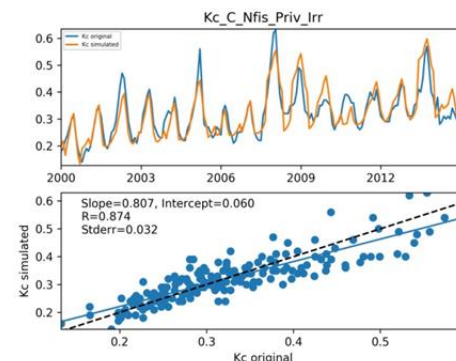
« Réalité » du terrain

Projection tendancielle des
besoins en eau agricole

PDAIRE



Adaptation des irrigants

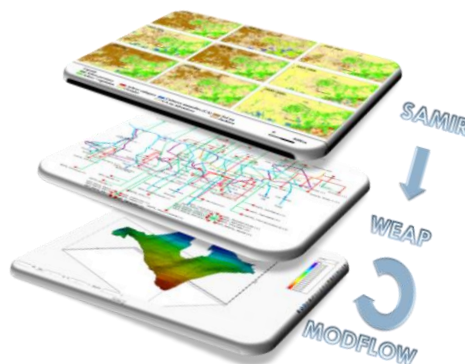


Cf. présentation Le Page et al.

5.1 Building the future scenarios



Co-construction gestionnaires
Atelier Marrakech, 2020



Merguellil et Tensift

Affiner les scénarios

Améliorer la
représentation de certains
processus

- Recharge
- Drip irrigation
- Couverts complexes

Objectifs des directives publiques

Impact de la modernisation des
périmètres irrigués



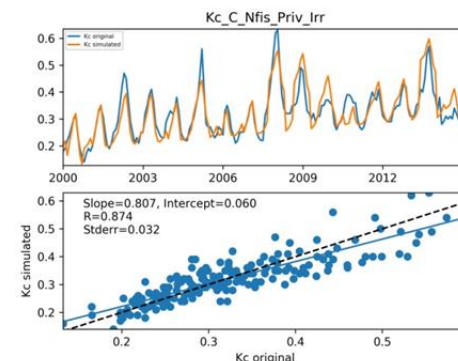
« Réalité » du terrain

Projection tendancielle des
besoins en eau agricole

PDAIRE



Adaptation des irrigants



Cf. présentation Le Page et al.



WP5 "Trajectories, impacts and mitigation"

Y. Fakir, UCAM and A. Al Bitar, CESBIO

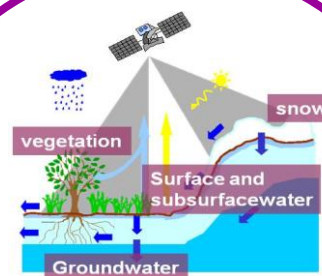
Outils de modélisation intégrés

5.1 Building the future scenarios

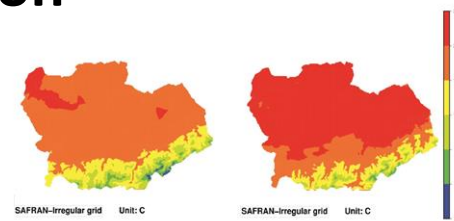
5.2 Climatic and Anthropogenic changes

Stratégie exploitants
Politiques publiques

Scénarios de CC
MEDCORDEX

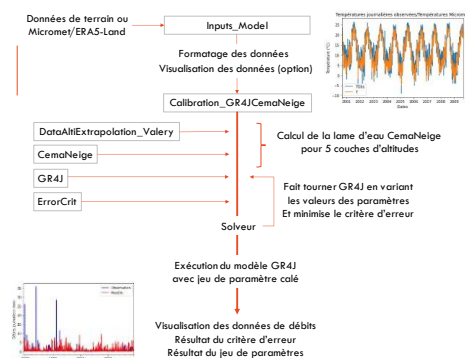


Plateforme de
modélisation
intégrée



Travaux Moucha et Hanich
(Moucha et al., 2021)

Présentation Jarlan



Travaux Sourp, Gascoin et
al. avec MICROMET



WP5 "Trajectories, impacts and mitigation"

Y. Fakir, UCAM and A. Al Bitar, CESBIO

Outils de modélisation intégrés

5.1 Building the future scenarios

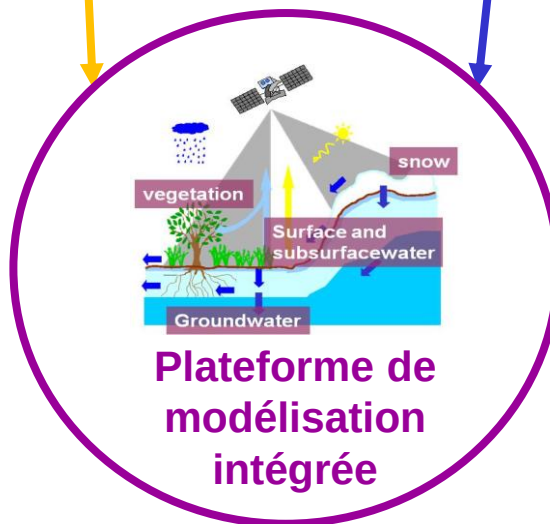
5.2 Climatic and Anthropogenic changes

5.3 Drought analysis from past to future

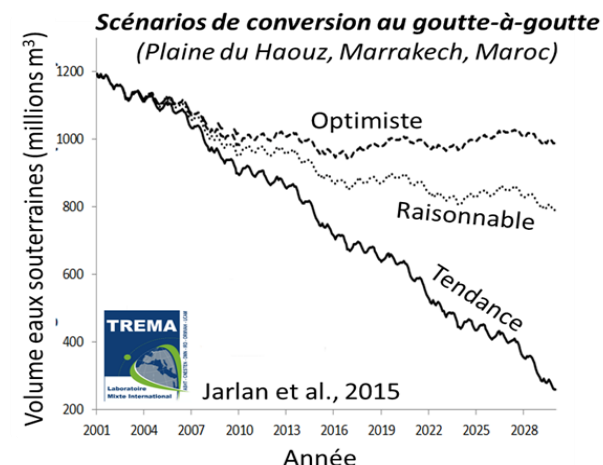
Stratégie exploitants
Politiques publiques

Scénarios de CC
MEDCORDEX

Trajectoires



Impact futur de
l'agriculture sur les
ressources



Projection indicateurs

Travaux UCA/ABHT/CESBIO
Présentation Le Page et
Fakir
Poster Gargouri-Ellouze et
al.



WP5 "Trajectories, impacts and mitigation"

Y. Fakir, UCAM and A. Al Bitar, CESBIO

Outils de modélisation intégrés

5.1 Building the future scenarios

5.2 Climatic and Anthropogenic changes

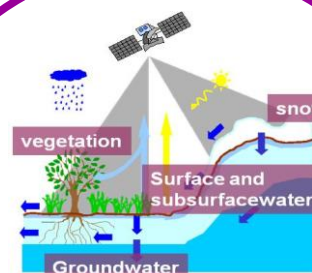
5.3 Drought analysis from past to future

5.4 Impact of mitigation and adaptation solutions

Stratégie exploitants
Politiques publiques

Scénarios de CC
MEDCORDEX

Scénarios de type
what-if / Mesures
adaptation

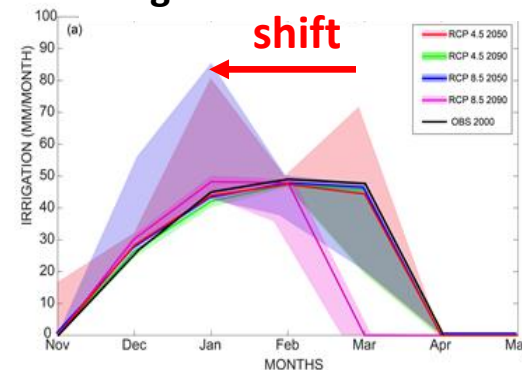


Plateforme de
modélisation
intégrée

- Deficit irrigation
- Conversion to drip Irrigation
- Crop calendar

Impact futur de
l'agriculture sur les
ressources

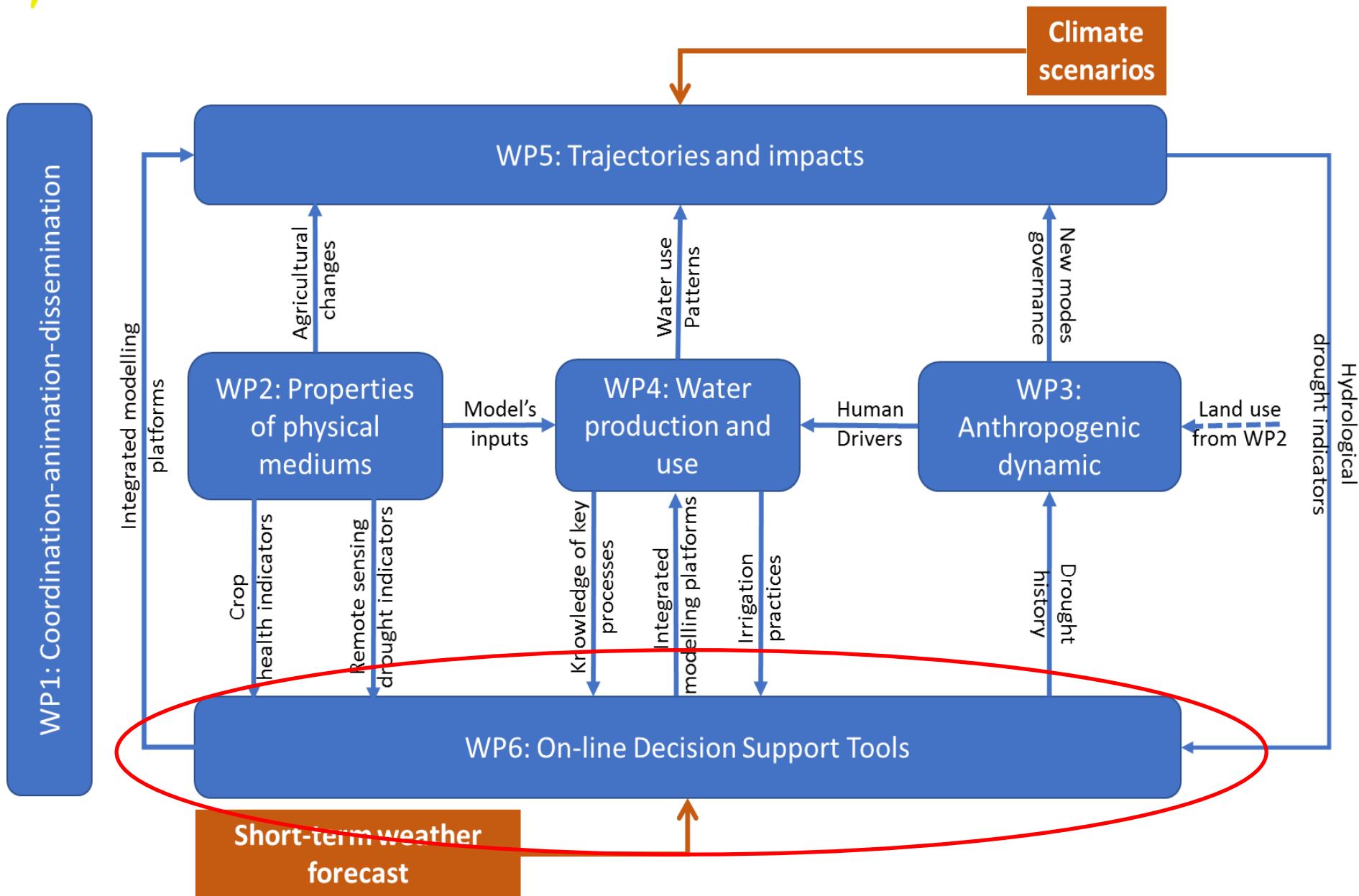
Irrigation mensuelle



Thèse E. Bouras, Bouras et al.,
2019



Logique et organisation du projet CHAAMS



WP6 "Online Decision Support Tools"

A. Fadel, CNRSL and M. Le Page, CESBIO

Exploitant

Aide au pilotage de l'irrigation (outil SatIrr)



Projet SCO Irrigation



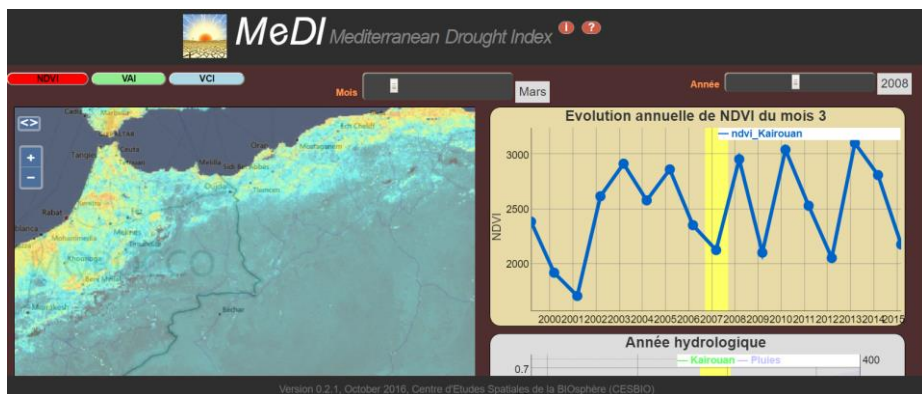
Evaluation en conditions réelles

Cf. présentation Chakroun Le Page et Sghir



Gestionnaire

Tableau de bord (application MeDI)



- Extension région MENA
- Nouveaux indicateurs (couvert neigeux)

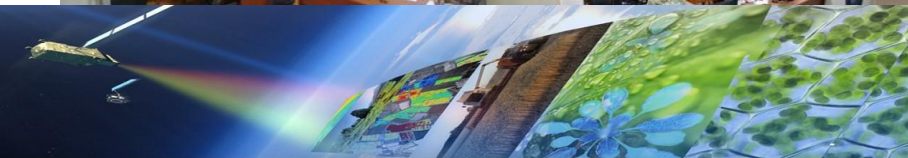
Plateforme de modélisation intégrée



Cf. présentation Bouamri

Formations

Formation outils d'aide à la décision, CNRSL, Beyrouth, Avr. 2019



Summer school

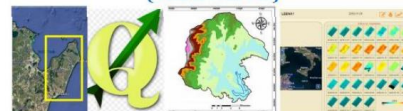
**REMOTE SENSING OBSERVATIONS FOR THE
MONITORING OF WATER AND CARBON CYCLES OVER
ECO-AGRO-SYSTEMS**

21-25 June 2021

Formation Télédétection en en ligne, juin 2021

Formation Télédétection, INAT, Tunis, Jul. 2019

FORMATION EN LIGNE QGIS & SAT-IRR (CRDA Nabeul)



PROGRAMME

16 Mars 2021 (Hédia Chakroun)

9h00 à 10h30 : Partie Théorique : Introduction aux SIG
10h30 à 11h : Pause
11h à 13h : Prise en main du logiciel QGIS et importation des données
13h00 à 14h : Pause déjeuner
14h à 16h : Analyses spatiales dans QGIS

17 Mars 2021 (Hédia Chakroun & Rim Cherif)

9h00 à 10h30 : Analyses spatiales dans QGIS
10h30 à 11h : Pause



12 participants

Formation géomatique, ENIT, mars 2021



Interaction avec les gestionnaires et les agriculteurs

2nd workshop et comité d'application,
Marrakech, janvier 2020



Comité d'application, ENIT, Tunis, Nov 2019

Comité d'application, CNRSL, Beyrouth, Jan 2019



Préparation expérience Satlrr (Bouida, région
de Marrakech), octobre 2021



Diffusion



Vienna | Austria | 3–8 May 2020

[ABOUT AND SUPPORT](#) ▾ [ABSTRACTS & PROGRAMME](#) ▾ [REGISTER & VENUE](#) ▾ [EXHIBITION](#) ▾ [GUIDELINES](#) ▾ [LOGINS](#) ▾

[\[Back to programme group\]](#)

HS2.1.3

[Changes in the Mediterranean hydrology: observation and modeling](#)

Convener: Lionel Jarlan | Co-conveners: Said Khabba , María José Polo , Yves Tramblay , Mehrez Zribi

Session EGU HS2.1.3 « Changes in the Mediterranean hydrology: observation and modeling » (entre 25 et 30 abstracts reçus / session)

Hydrology and Earth System Sciences
An interactive open-access journal of the European Geosciences Union

[EGU.eu](#) | [EGU Publications](#) | [EGU Highlight Articles](#) | [Contact](#) | [Imprint](#) | [Data protection](#) |

Special issue

[Overview of special issues](#)

Copernicus Publication
The Innovative Open Access Publisher

Changes in the Mediterranean hydrology: observation and modeling

Editor(s): Lionel Jarlan, Mehrez Zribi, Said Khabba, Yves Tramblay, Luca Brocca, Gil Mahe, Maria José Polo, and Aaron Boone

[More information](#)

[Download citations of all papers](#)

Search articles

Search

Author

Search web pages

Search



[DESCRIPTION](#) [STUDY SITES AND SPECIFIC EXPERIMENT](#) [ANIMATION](#) [PRODUCTION](#)

[Who Are We](#)

CHAAMS

Global CHange: Assessment and Adaptation to Mediterranean Region Water Scarcity



Special issue HESS « Changes in the Mediterranean hydrology: observation and modeling »

« Global CHange: Assessment and Adaptation to Mediterranean region water Scarcity »

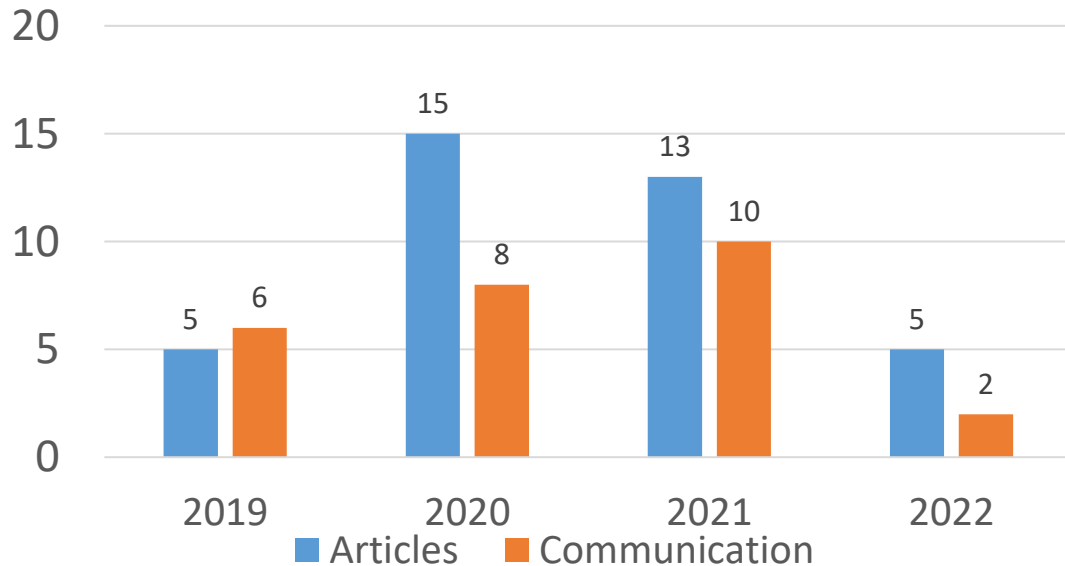
<http://www.eranetmed-chaams.org/>



Indicateurs

Production

38 articles dont 95 % co-signés entre plusieurs équipes

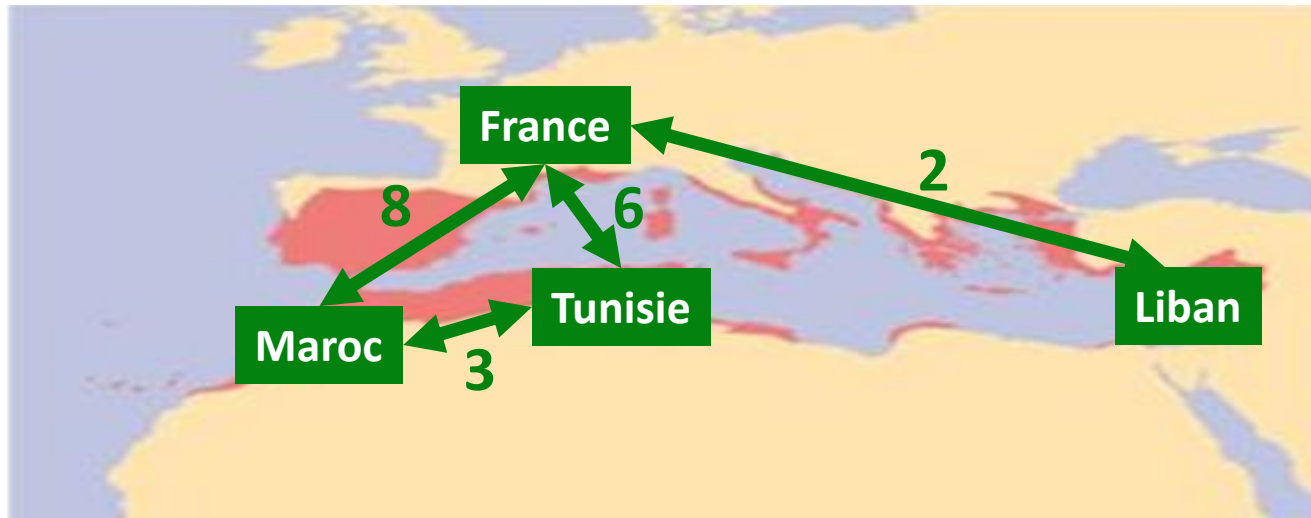


Encadrement

15 thèses dont 13 en co-encadrement ...

... mais peu de thèse inter-sites et Sud-Sud

Echanges « longue durée »



Soutien des projets
PHC Toubkal et Utique
/ H2020 RISE ACCWA
/ IRD (MLD)



Projet CHAAMS / Bilan

- Renforcement des connaissances
caractérisation des propriétés des agro-hydrosystèmes (humidité du sol, sécheresses, évapotranspiration) / quantité et qualité des ressources / usages et dynamiques agricoles / des scénarios climatiques et anthropiques → 38 articles
- Aide à la décision
Renforcement des capacités des outils (SatIrr, MEDI, SAMIR-WEAP) / Promotion de l'utilisation de ces outils par des expériences en lien avec les utilisateurs
- Proximité avec les acteurs
Formation / Construction des scénarios
- Contribution aux échanges de scientifiques et à la formation par la recherche (15 doctorants)
- To be continued ...