

A high-speed photograph of a water droplet falling into a pool of water, creating a series of concentric ripples. The droplet is captured mid-fall, just above the point of impact, with a small splash visible below it. The background is a deep blue, and the water surface is dark, making the white ripples stand out.

gewex

Global Energy and Water Exchanges

World Climate Research Programme

**GEWEX Hydro-meteorological Panel
(GHP)**

WCRP Grand Challenges

- Actionable regional climate information (mainly CLIVAR lead)
- Regional Sea-Level (CLIVAR lead, with CliC and **GEWEX**)
- Cryosphere in a changing climate (CliC lead)
- Cloud and Climate Sensitivity (WGCM lead, with **GEWEX** and SPARC)
- Changes in water availability (**GEWEX** lead) *(more regional)*
- Prediction and attribution of extreme events (**GEWEX** lead) *(more project input)*

WCRP Organization

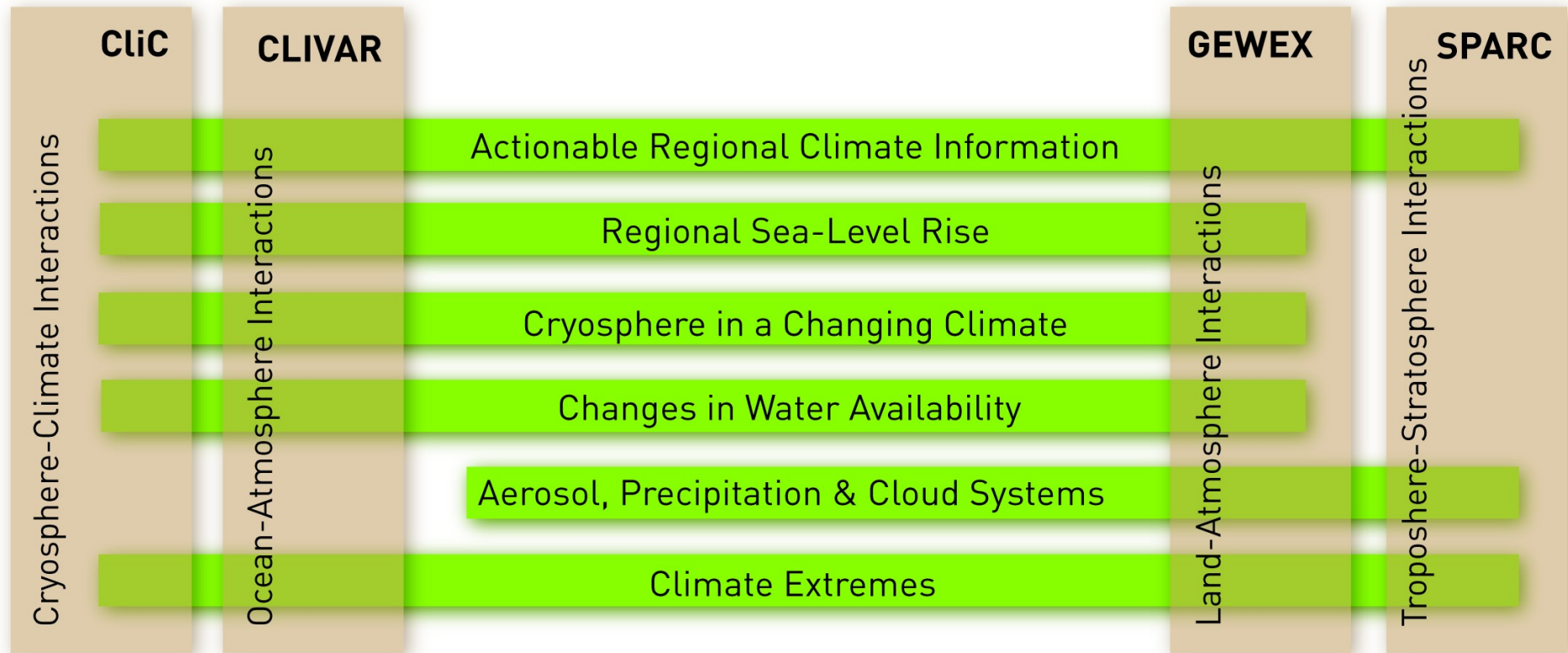
Joint Scientific Committee

Joint Planning Staff

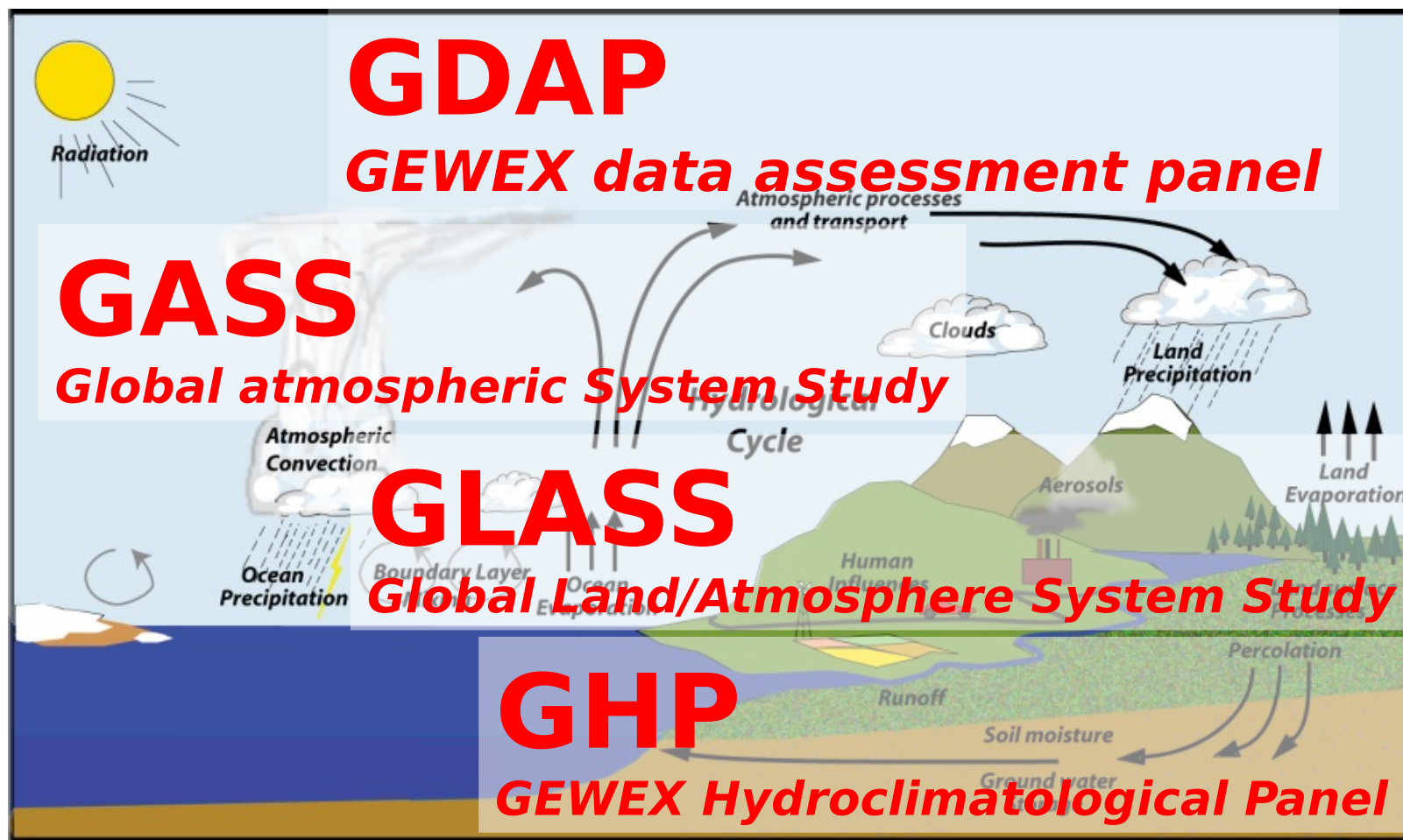
Modeling Advisory Council

Data Advisory Council

Working Groups on: Coupled Modelling (WGCM), Regional Climate (WGRC), Seasonal to Interannual Prediction (WGSIP), Numerical Experimentation (WGNE)



GEWEX : Major components



GEWEX Science questions

- 1) How can we better understand and predict **precipitation variability** and **changes**?
- 2) How do changes in the **land surface** and **hydrology** influence **past** and **future changes** in **water availability** and **security**?
- 3) How does a warming world affect **climate extremes**, and especially **droughts**, **floods** and **heat waves**, and how do **land area processes**, in particular, contribute?
- 4) How can understanding of the **effects** and **uncertainties** of **water** and **energy exchanges** in the current and changing climate be improved and conveyed?

Science question 1

How can we better understand and predict variations and changes in precipitation?

- use and development of expected improved **datasets** on: precipitation and soil moisture from ongoing and planned satellite missions, as well from in-situ observations;
- evaluation and **analysis** into various products;
- document the mean, variability, patterns, extremes and full probability density functions,
- **confront models** in new ways;
- improve understanding of atmospheric and land surface **processes** and their **modeling** that improve simulations of precipitation;
- employ new techniques of data assimilation and forecasts that improve predictions of the hydrological cycle.

These results should lead to improved climate services.



Extreme rainfall events in the Mediterranean

La Méditerranée sous haute surveillance

Le programme Hymex vise à mieux prévoir les événements climatiques extrêmes.

KÉVIN LAMOTHE

MÉTÉOROLOGIE Il y a vingt ans, Vaison-la-Romaine, petite commune du Vaucluse, était dévastée par une inondation spectaculaire. Des torrents de pluie s'abattaient sur la région et, en quelques heures, l'Ouvèze, la petite rivière qui traverse la ville, sort de son lit, tuant 47 personnes. La tragédie, encore présente dans les mémoires, a profondément marqué les esprits. Pourtant, ces événements « extrêmes », couramment appelés épisodes cévenols, ne sont pas rares sur le pourtour méditerranéen. Au nord comme au sud : en novembre 2001 sur les côtes algériennes, l'un d'eux a coûté la vie à 800 personnes et provoqué plus de 3 milliards d'égouttes.



L'inondation de septembre 1992 à Vaison-la-Romaine a provoqué la mort de 47 personnes. PARROT / SYGMA / CORBIS

C'est quoi, un épisode cévenol ?

MÉTÉOROLOGIE | L'étude de ce phénomène de Méditerranée est au cœur du programme HyMeX

VALENTIN MINASSIAN

À la fin de la nuit, il y a un centre de coordination, installé dans le camping de l'Or, à La Grande-Motte. Hier, la première alerte météo a été lancée au début de la nuit. Météo France a été alerté par le CNRS. Météo France et le CNRS ont alors en milieu d'après-midi les Cévennes où ils ont placé leurs instruments au plus près d'un orage.



Les épisodes cévenols sont à l'origine d'orages répétés. Ici, les inondations de Vaison-La-Romaine en 1992. COURTESY OF NOAA

Après deux passages au-dessus et dans la zone d'observation des conditions, ils ont pu établir à l'aide d'une drague, d'un lidar, d'un radar et d'échouilleurs, les profils d'inondation et de température de l'atmosphère et certains caractères météorologiques des nuages « précipitants ».

Depuis le septembre, la Grande-Motte est le PC, siège d'un camp scientifique d'une ampleur sans précédent en Méditerranée. Point d'orgue d'un programme scientifique se poursuivra jusqu'en 2012, l'opération va mobiliser, durant deux mois, 300 scientifiques originaires de sept pays, équipés de 300 instruments répartis dans tout le territoire.

contournent, créant des zones de convergence constamment alimentées en masses d'air humides et moelles provenant de la large. La conséquence en est le déclenchement d'orages respectant de fortes accumulations de pluie.

« C'est la réalité de la superficie du pourtour méditerranéen et face de la zone d'observation, on ne dispose pas, jusqu'à présent, d'un système qui permettrait d'observer une brèche notable des eaux des rivières, dont les débits et les vitesses augmentent », explique Véronique Derrien, de Météo France, coordinatrice d'HyMeX. Or, ces crues rapides, se produisant soudainement, coulent de boue et glissement de terrain, peuvent être dévastateurs. À Alger, les inondations de 2002 ont causé la mort de plus de 800 personnes. En France, la catastrophe de Vaison-la-Romaine (47 victimes) en septembre 2001, celle du Gard (la victime) en 2002 et de Draguignan (25 victimes) en 2003 ont fait des victimes nombreuses dans la mémoire collective et provoqué des dommages considérables en milliards d'euros.

« En la campagne annuelle d'HyMeX, qui sera terminée en février et en mars d'ici dans la gaffe du Gard, nous allons à la formation des « eaux denses » en Méditerranée. Elle vise à mieux caractériser les épisodes cévenols, dont la physique est la plus complexe. À cette période, les données sont encore chères et les chercheurs, si à affiner leur représentation dans les modèles météorologiques et climatiques. Les hydrologues sont aussi mobilisés dans les basses versants du Gard et de l'Ardèche.

Programme

Phase d'observation intensive d'un programme de dix ans, financé pour quatre ans à hauteur de 5 millions d'euros, la campagne HyMeX de cet automne va mobiliser jusqu'au 6 novembre des moyens sans précédent dans l'histoire de la recherche scientifique d'été sur la France, l'Espagne et l'Italie, une zone vulnérable à l'ensemble des risques hydrométéorologiques et des crues rapides. Dans huit régions, dont la Corse et les Cévennes (Vaucluse), les mesures atmosphériques et hydrologiques vont être réalisées. Radars, lidars, profilers de vent, radiomètres ou débimètres de pluie, au total 300 instruments vont être déployés.

« Les pluies intenses, vents violents et vagues », le projet HyMeX, un programme plus Méditerranéen, sonne l'ère initiative ambiante et novembre à eux épisodes cévenols, en est le déclenchement d'orages respectant de fortes accumulations de pluie.

« C'est la réalité de la superficie du pourtour méditerranéen et face de la zone d'observation, on ne dispose pas, jusqu'à présent, d'un système qui permettrait d'observer une brèche notable des eaux des rivières, dont les débits et les vitesses augmentent », explique Véronique Derrien, de Météo France, coordinatrice d'HyMeX. Or, ces crues rapides, se produisant soudainement, coulent de boue et glissement de terrain, peuvent être dévastateurs. À Alger, les inondations de 2002 ont causé la mort de plus de 800 personnes. En France, la catastrophe de Vaison-la-Romaine (47 victimes) en septembre 2001, celle du Gard (la victime) en 2002 et de Draguignan (25 victimes) en 2003 ont fait des victimes nombreuses dans la mémoire collective et provoqué des dommages considérables en milliards d'euros.

« En la campagne annuelle d'HyMeX, qui sera terminée en février et en mars d'ici dans la gaffe du Gard, nous allons à la formation des « eaux denses » en Méditerranée. Elle vise à mieux caractériser les épisodes cévenols, dont la physique est la plus complexe. À cette période, les données sont encore chères et les chercheurs, si à affiner leur représentation dans les modèles météorologiques et climatiques. Les hydrologues sont aussi mobilisés dans les basses versants du Gard et de l'Ardèche.

délivrées par le centre de coordination situé à La Grande-Motte, dans l'Hérault, pour être le plus réactifs possible.

Problème : les modèles actuels sont parfois trop imprécis pour localiser des événements aussi imprévisibles. La multiplication des données et la collaboration internationale devraient toutefois permettre aux scientifiques de l'est de l'Espagne, l'Italie) sera sous l'œil ironique Durocq fait ruments scientifiques mer et dans les airs mesures ». Températures, précipitations : en seront passés au crible et iculièrement en cas événement majeur. ent s'appuyer sur les oligiques qui seront



Valencia 1957

Extreme rainfall events in the Mediterranean are part of the geography :

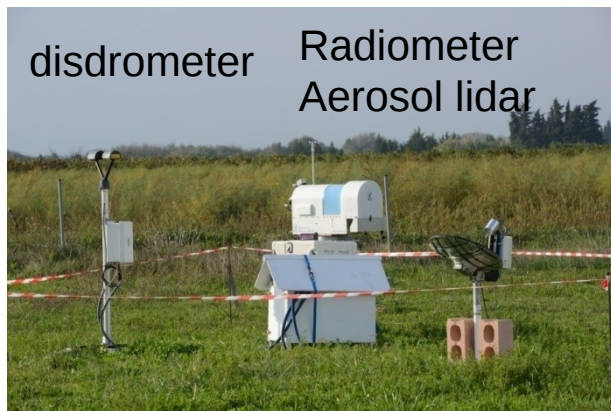
★ They have structured cities (los ramblas)

★ They have lead to the deviation of rivers (Valencia)

★ Today they cause damage to infrastructures and cause death.

Understanding the processes involved is the first step to forecasting.

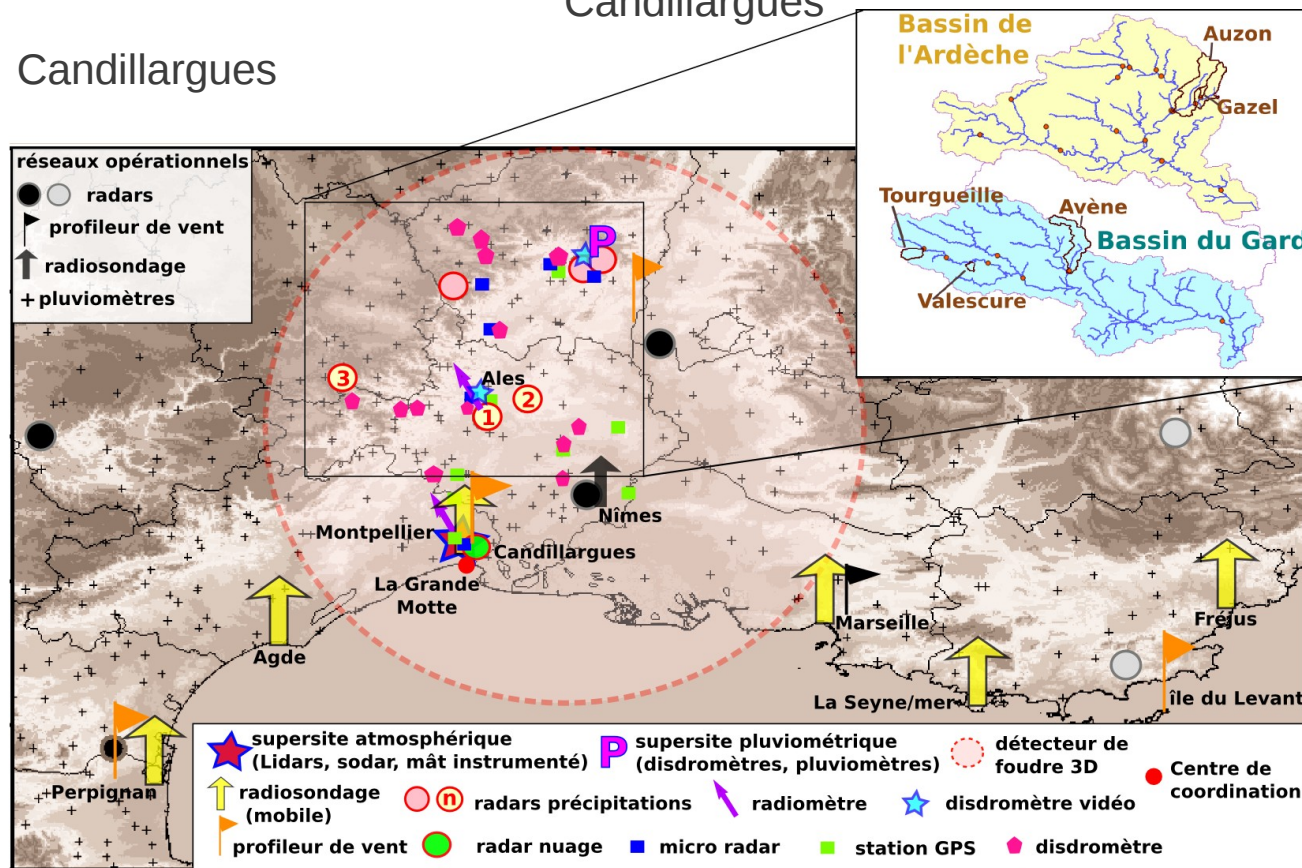
HyMeX Cevennes-Vivarais hydrometeorological measurements



Ales

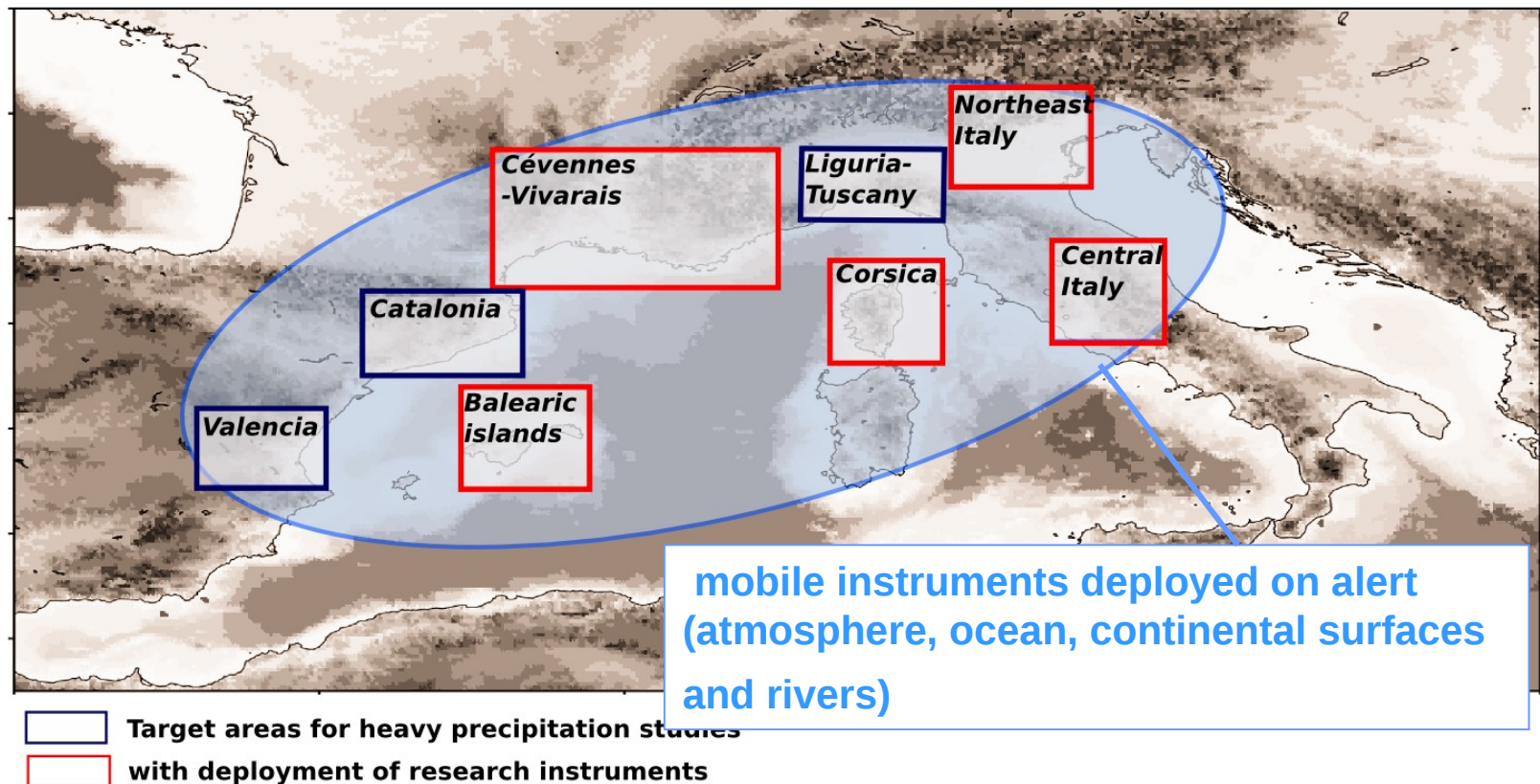
Candillargues

Candillargues



HyMeX SOP1 domain

**SOP1 dedicated to heavy precipitation and floods in
NorthWestern Mediterranean: 5 Sept. to 5 Nov. 2012**



~200 instruments

~300 scientists in the field

HyMeX SOP1 Intensive Observation Periods (IOPs)

- **34 days with on alert observations during 2 months :**
 - 13 IOPs dedicated to heavy precipitation (HPE) and flash floods
 - 5 IOPs with orographic precipitation (ORP)
 - 2 IOPs with windstorms (SWE)
 - 5 IOPs for lidar validation,
- in
 - France: 11 events over Cévennes-Vivarais CV and 6 over Corsica
 - Italy: 6 events over Liguria-Toscana, 5 over Central Italy, 5 over North-Eastern Italy
 - Spain: 4 events over Balearic Islands, 3 over Catalonia et 2 over Valencia

Sop1

Day:	Sep 11	12	13	14	23	24	26	27	28	29	Oct 02	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30	31	Nov 01	03	04	05
IOP:	1	2	3	4	5 6	6	7a	7b	8	8	9	12a	12a 12b	13	13	13	14	14	14	15a	15b	15b 15c	15c	16a	16a	16b 16c	16b 16c	17	18 18	18 18	18	19	19	19 20

The analysis of the collected data is underway !

Science question 2

How do changes in the land surface and hydrology influence past and future changes in water availability and security?

- *Address terrestrial water storage changes and **close the water budget over land***
- *Exploit new datasets, data assimilation, improved physical understanding and modeling skill across scales,*
- *Catchments to regional to global to the entire hydrological cycle including hydrogeological aspects of ground water recharge.*
- *Use of **realistic land surface** complexity with all anthropogenic effects included instead of a fictitious natural environment.*

Science question 2 ... cont.

- *Includes all aspects of **global change**: water management, land use change and urbanization; water quality and especially water temperature; nutrients ...*
- *The **ecosystem response** to climate variability and responsive vegetation must be included.*
- *Cryospheric changes such as permafrost thawing and changes in mountain glaciers must be included.*
- *Feedbacks, tipping points, and extremes are of particular concern.*

The results should enhance the evaluation of the vulnerability of water systems, especially to extremes and which are vital for considerations of water security. They should increase resilience through good management and governance.

Climate also determines the state of the surface

May



July



August



- ★ As the weather changes with seasons so does the state of the surface.
- ★ This modifies land surface processes.
- ★ Climate anomalies produce variations in surface characteristics.

In the Sahel :

- May and June the surface energy balance is driven by bare soil evaporation. Runoff and ponding is important.
- July vegetation starts to smooth out evaporation. Role of infiltration increases.
- August and September the vegetation drive the surface processes. The roots extract deeper water.

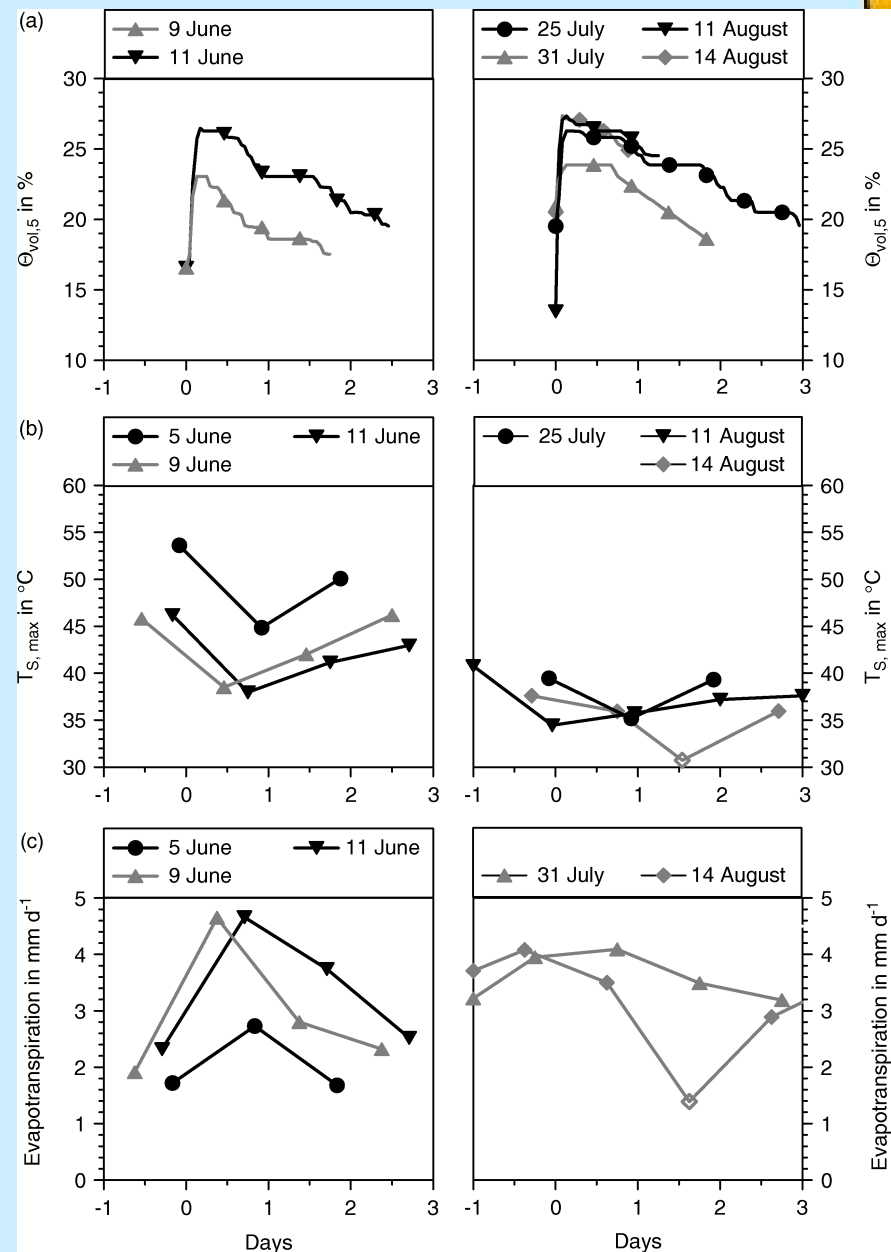
Impact on the surface fluxes

In June the surface keeps a memory of the last rain event for 2-3 days => Spatial contrasts of **surface fluxes** between wet and dry patches are maintained.

But this evolves through the season as the soil moistens and the vegetation grows.

How far can these evolutions of the surface processes be taken into account without a Dynamic Global Vegetation Model (DVGM) ?

This goes hand in hand with a representation of the CO₂ cycle.



[Schwendike et al., 2010]



Science question 3

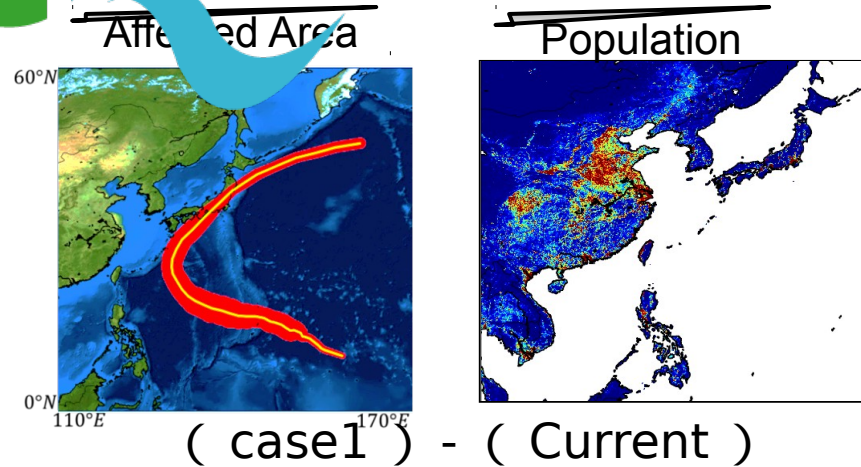
How does a warming world affect climate extremes, and especially droughts, floods and heat waves, and how do land area processes, in particular, contribute?

A warming world is expected to alter the occurrence and magnitude of **extremes** from droughts to rainfall intensity, and the geographic distribution of rain and snow.

Such changes are related to an acceleration of the hydrologic cycle and circulation changes as well as to the direct impact of warmer conditions on atmospheric water vapor amounts, rainfall intensity, and snow-to-rain occurrence.

How well are models able to handle extremes and how can we improve their capability?

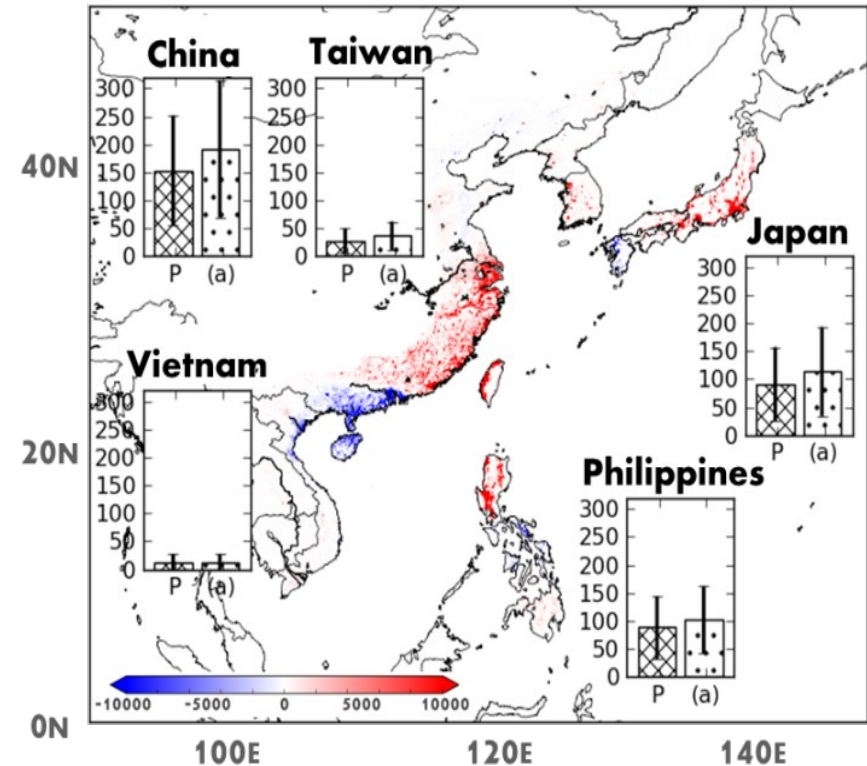
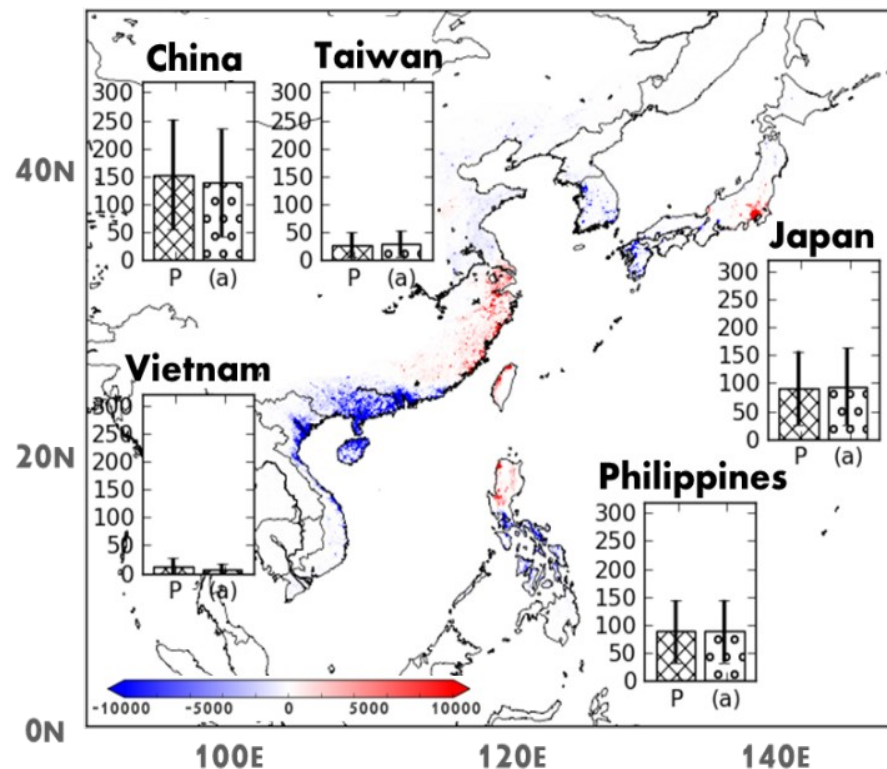
Tropical cyclone Exposure Changes (Above 25m/s by TC) (2000 → 2100)



Risk Assessment

Pressure Course	No Change	21% Change
No Change	Current	—
With Change	Case1	Case2

(case2) - (Current)



Vertical axis = Exposure [million],
Horizontal axis = (Present and Future)

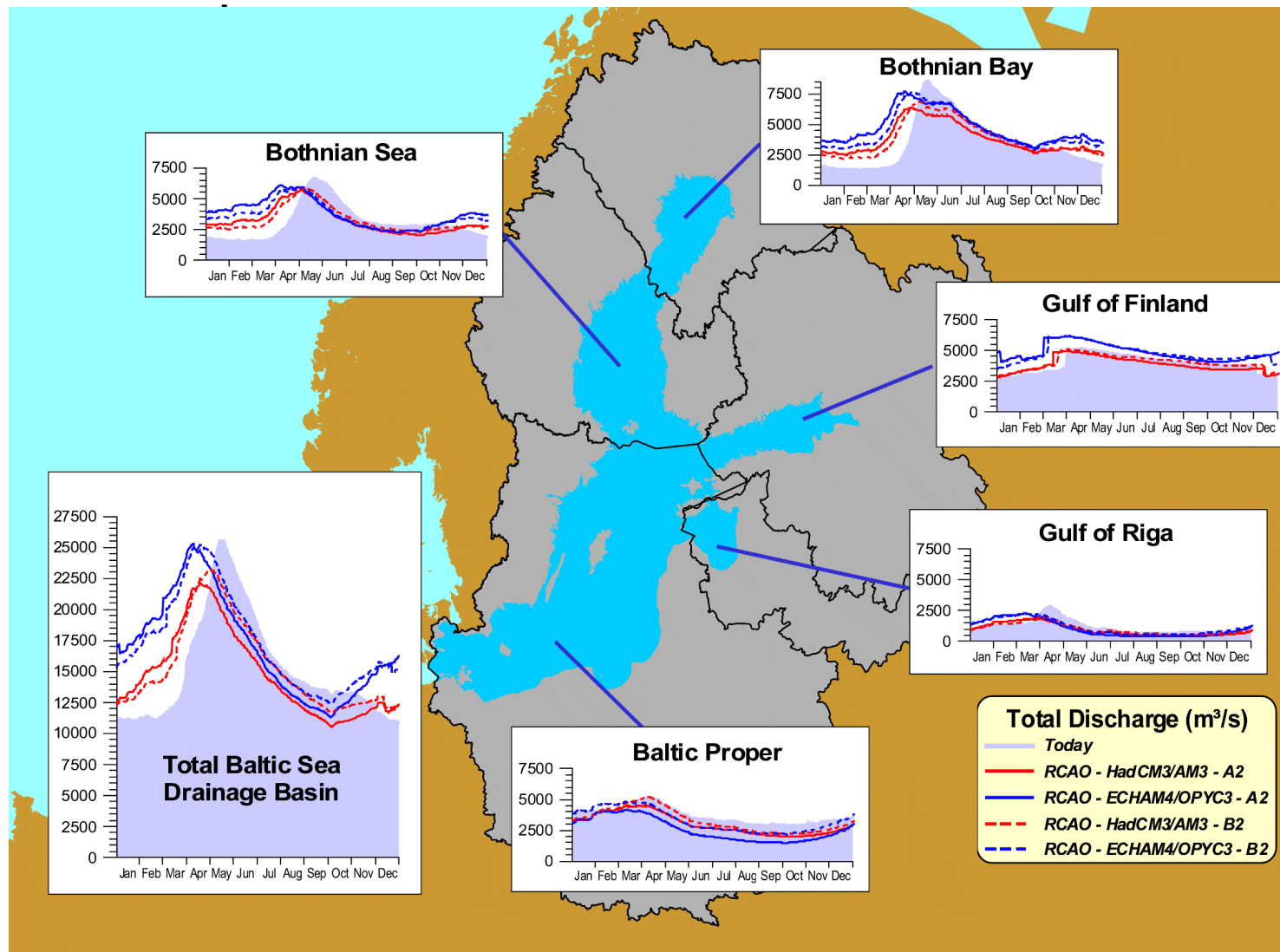
(Kanae S. et al. in preparation)



BALTEX Phase II (2003-2012)

**Helmholtz-Zentrum
Geesthacht**
Centre for Materials and Coastal Research

Projections of future anthropogenic climate



BACC

**Total riverine
discharge
to the Baltic Sea**

RCAO projections for
2071-2100 relative to
1961-1990

**Discharge peaks come
earlier in the year**

**Overall amounts
increased**

**Lower salinities
expected for the
Baltic Sea**

Science question 4

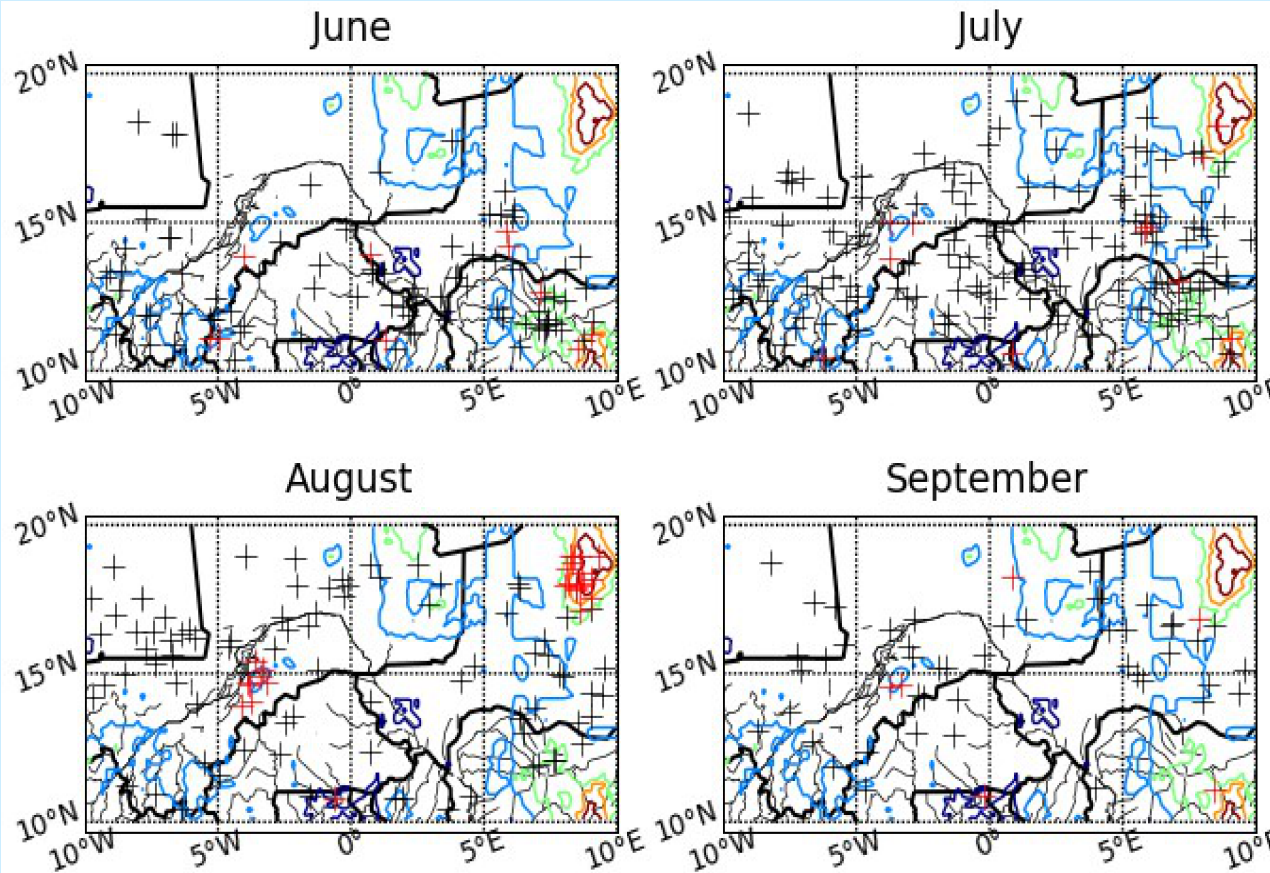
How can understanding of the effects and uncertainties of water and energy exchanges in the current and changing climate be improved and conveyed?

- *improve **consistency** between net solar and infrared radiation and sensible and latent heat fluxes at the surface*
- *understand **cloud-aerosol-precipitation interactions** and their **feedbacks** on the climate system.*
- *determine **processes**: must be replicated in climate models.*
- *better understand **uncertainties in observations and models***

*New **satellite, in situ observations, upgraded GEWEX datasets, global reanalyses of atmosphere and ocean, improved modeling, and advanced diagnostics** play key roles.*

Initiation of convection in 2006

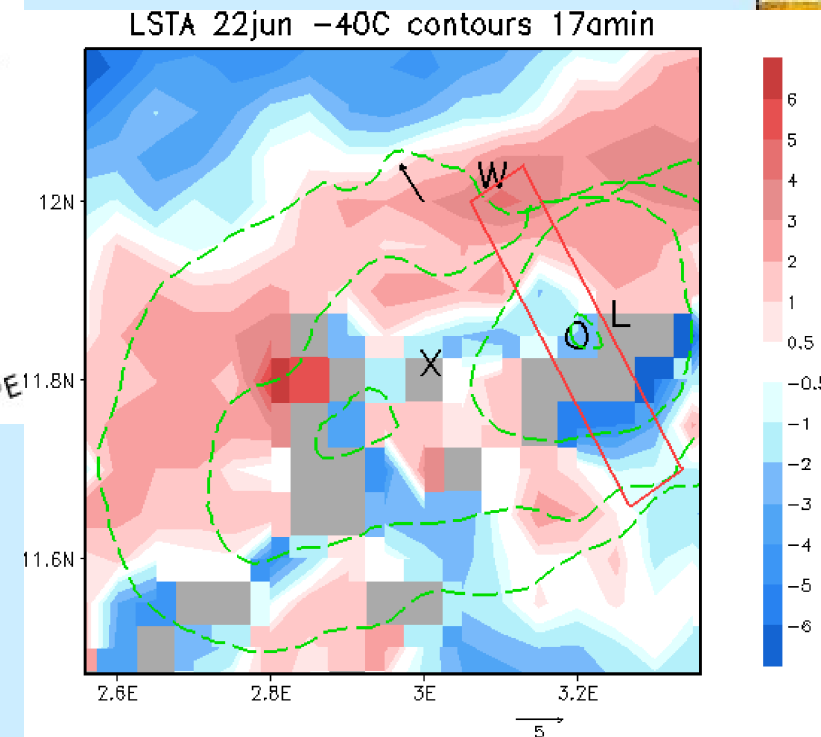
Using the ISIS system of Météo-France and Meteosat images the initial location of storms could be traced back .



(ISIS picks-up most systems around 16Z but first cold clouds are visible 2 hours earlier.)

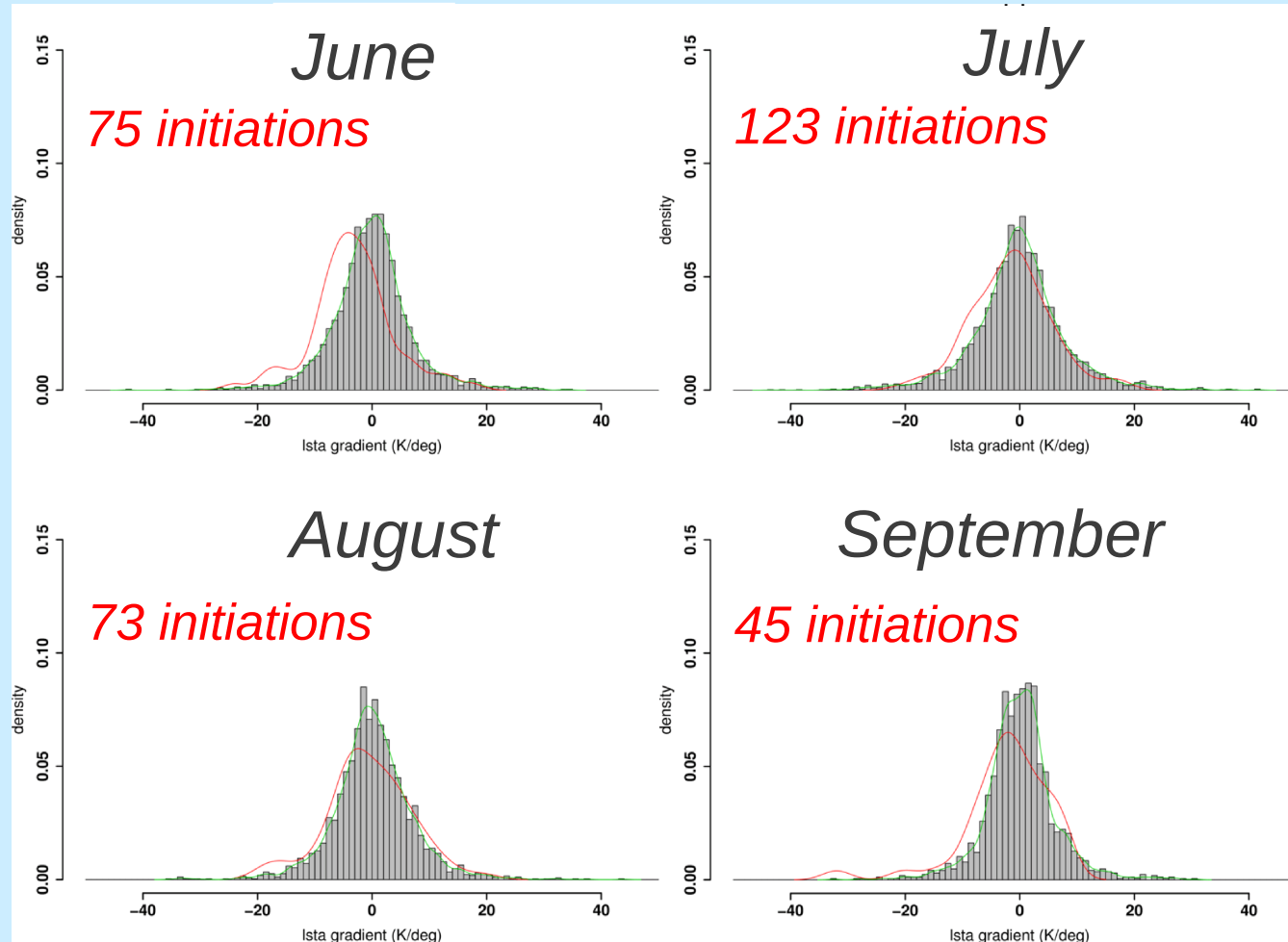
Taylor et al. 2011

The locations are then placed on the maps of surface temperature anomalies to compute gradients.



Initiation and temperature gradients

Gradients on randomly chosen points are computed to define a reference distribution.



Maximum initiation when :

- ★ T_s gradient is opposite to the direction of background wind.
- ★ Wind opposes the soil moisture induced circulation.
- ★ The length scale of grad. is 40km.

In this region soil moisture gradients enhance initiation of convection by 13% compared to 12% by orography. The role of soil moisture changes during the season.

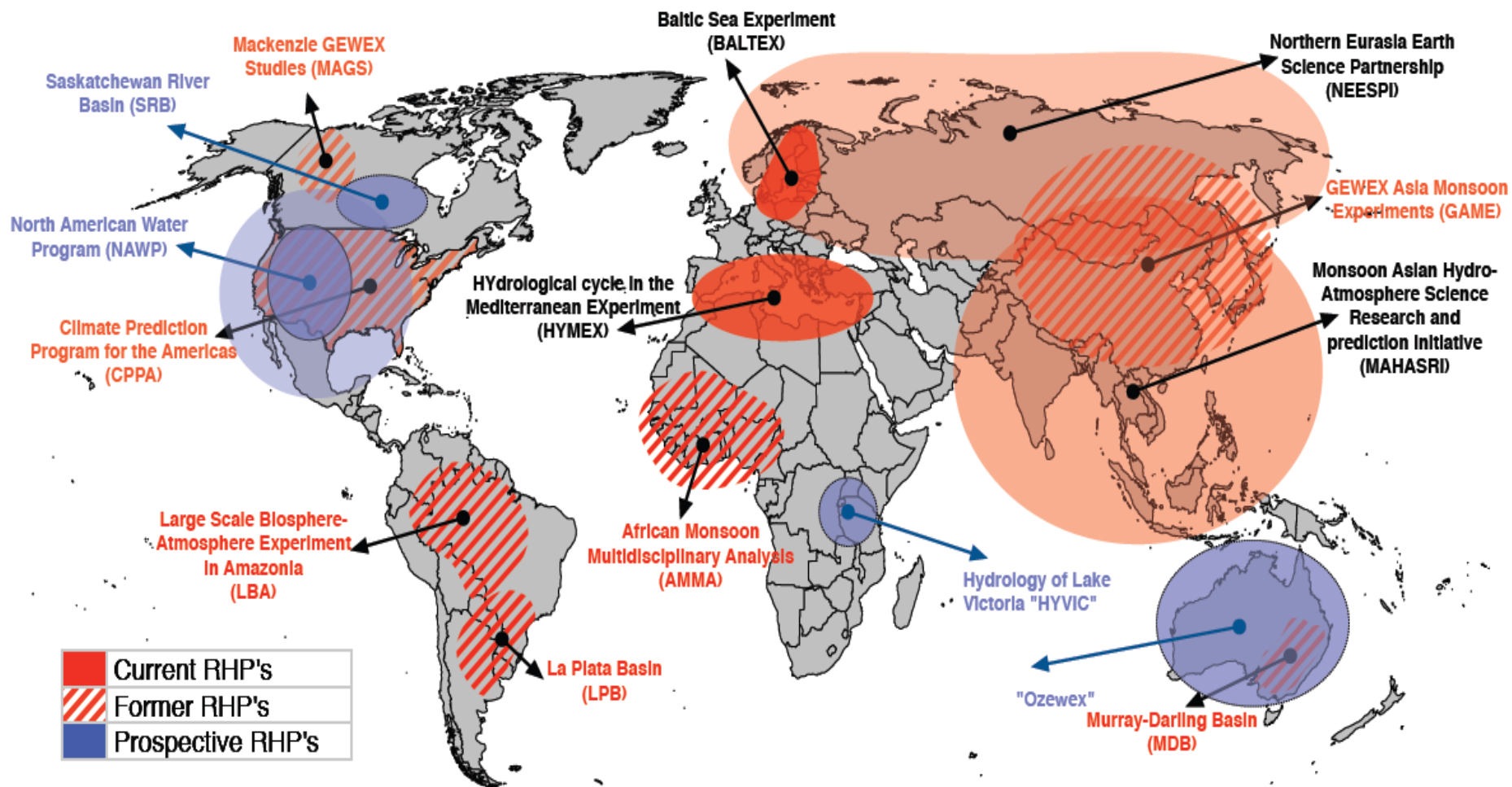


ID card of GHP within GEWEX

The GEWEX Hydrometeorological Panel aims to address these science questions from a regional and integrated perspective.

- ★ Only at the regional scale can the water cycle be addressed from its physical to human and socioeconomic aspects.
- ★ The Regional Hydrological Projects (RHPs) are an essential tool in this endeavor as they bring together various disciplines on the water issues.
- ★ The Cross-Cut projects allow GHP to propagate knowledge from one region to the other and synthesis results at the global scale. They also allow to develop and test applications developed with the new understanding (actionable science).

GEWEX REGIONAL HYDROCLIMATE PROJECTS



Objectives of Cross-cut projects

- ★ Push GEWEX grand science questions
- ★ Cross-cut projects should also test and evaluate applications of the knowledge produced in RHPs.
- ★ Keep completed RHPs involved
- ★ CC projects are also a tool for collaboration with other GEWEX panels and WCRP projects.
- ★ Generate interactions between RHPs
- ★ A way for the broader Community to get involved in GEWEX/GHP.
- ★ GHP calls for volunteers to propose and lead Cross-cut projects. Only a short proposal to the panel is needed.

GHP and the GEWEX science questions

Grand Science Questions

Regional Hydrometeorological Experiments

Cross-cut activities

1) Observations and Predictions of Precipitation

How well can precipitation be described ?
How do changes in climate affect the characteristics ?
How much confidence do we have in predictions ?

BALTEX-II	HyMeX	MAHSRI	NEESPI	SRB
y	y	y	y	y
y	y	y	y	y
y	y	y		

High elevation precipitation

Rainfall extremes

4) Global Water Resource Systems

How do changes in the land surface and hydrology influence water resources ?
Climate change and water resource systems impacts.
How can new observations lead to improved management ?

BALTEX-II	HyMeX	MAHSRI	NEESPI	SRB
y	y	y	y	y
y	y	y	y	y
		y		y

Climate change & Water resources

3) Changes in extremes

Observing system requirements.
Modelling capabilities.
Modelling processes involved in extremes.
Improved early warning systems.

BALTEX-II	HyMeX	MAHSRI	NEESPI	SRB
	y	y	y	y
	y			y
	y			y
		y		y

Droughts
GHP/CORDEX cross-cut

Hydrological seasonal forecasting

4) Water and energy cycles

Can we balance the budget at TOA ?
Can we balance the budgets at the surface ?
Can we track the changes over time ?
Can we relate changes and processes ?
Cloud-aerosol-precipitation feedbacks.

BALTEX-II	HyMeX	MAHSRI	NEESPI	SRB
	y			
	y			

LSM validation
GDAP product evaluation

Collaboration with global projects

The regional work also needs to be linked with global data sets and expertise.

This is done through collaboration within GEWEX :

- ★ Global Data Assessment Panel (GDAP)
- ★ GEWEX Land/Atmosphere system study (GLASS)

Outside of GEWEX GHP collaborates with :

- ★ Global Runoff Data Center (GRDC)
- ★ Global Precipitation Climatology Center (GPCC)
- ★ HYDROLARE

GHP's regional expertise and data allow to anchor and strengthen the global products.

Conclusion

- ★ GHP is an essential element in GEWEX's strategy to answer key questions on the energy and water cycle.
- ★ The strategy to address GEWEX's scientific questions is through regional hydrometeorological projects and cross-cut activities.
- ★ The regional focus of GHP also allows to reach out to applications and transform our knowledge into actionable information.
- ★ The panel has gone through a reorganization and is thus looking for volunteers and opportunities for
 - ◆ Building new RHPs
 - ◆ Proposing cross cut projects.