



الوحد الوطني للرصد الجوي

Institut National de la Météorologie  
National Institute of Meteorology

## Regional Downscaling

### Case Study - (1)

(Evaluation des changements climatiques sur la Tunisie)

Abdelwaheb NMIRI  
Director general , INM

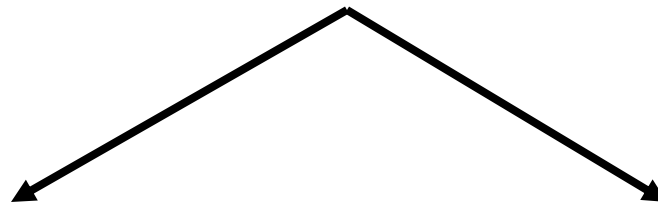


Le programme de travail concerne l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur la région méditerranéenne et notamment la Tunisie en utilisant les sorties des modèles du projet ENSEMBLES.



## Impact des changements climatiques sur la Tunisie?

Aller de l'échelle du modèle climatique vers celle du modèle d'impact.



Etablir une relation statistique entre variables locales et prédicteurs de grande échelle

**Désagrégation  
statistique**



Résoudre explicitement la physique et la dynamique du système climatique régional

**Désagrégation  
dynamique**

# Project Ensembles

- Le projet ENSEMBLES est soutenu par le Programme de la Commission européenne sous la thématique "Changement planétaire et écosystèmes".

Le projet vise à:

- Développer un système de prévision d'ensemble pour le changement climatique de haute résolution, des modèles mondiaux et régionaux du système terrestre développés en Europe afin de produire, une estimation objective probabiliste de l'incertitude dans le climat futur.
- Quantifier et réduire l'incertitude dans la représentation des «feedbacks» physiques, chimiques, biologiques et humains liés dans le système de la Terre (y compris les ressources en eau, l'utilisation des terres, et les questions de qualité de l'air et le cycle du carbone)
- Optimisez l'exploitation des résultats en reliant les sorties du système de prévision d'ensemble à un large éventail d'applications, y compris l'agriculture, la santé, la sécurité alimentaire, l'énergie, les ressources en eau, l'assurance et la gestion des risques climatiques



# Modèles utilisés

MRC	MCG	Acronyme	Institution
RCA3	HadCM3Q16	C4IRCA3	C4I
RM4.5	ARPEGE	CNRM-RM4.5	CNRM
RM5.1	ARPEGE	CNRM-RM5.1	CNRM
HIRHAM	ARPEGE	DMI-HIRHAM5_ARPEGE	DMI
HIRHAM	ECHAM5	DMI-HIRHAM5_ECHAM5	DMI
HIRHAM	BCM	DMI-HIRHAM5-BCM	DMI
CLM	HadCM3Q0	ETHZ-CLM	ETHZ
REGCM3	ECHAM5-r3	ICTP-REGCM3	ICTP
RACMO	ECHAM5-r3	KNMI-RACMO2	KNMI
HIRHAM	BCM	METNOHIRHAM	METNO
HadRM3Q0	HadCM3Q0	METO-HC_HadRM3Q0	HC
HadRM3Q3	HadCM3Q3	METO-HC_HadRM3Q3	HC
HadRM3Q16	HadCM3Q16	METO-HC_HadRM3Q16	HC
REMO	ECHAM5	MPI-M-REMO	MPI
CRCM	CGCM3	OURANOUSMRCC4.2.1	OURANOS
SMHIRCA	ECHAM5-r3	SMHIRCA_A1B_ECHAM5-r3	SMHIRCA
SMHIRCA	HadCM3Q3	SMHIRCA_A1B_HadCM3Q3	SMHIRCA
SMHIRCA	BCM	SMHIRCA_CTR_BCM	SMHIRCA
PROMES	HadCM3Q0	UCLM-PROMES	UCLM
RRCM	HadCM3Q0	VMGO- RRCM	VMGO



# Résultats sur la Méditerranée et la Tunisie

- L'approche était de voir les résultats des 20 modèles du GIEC et de faire un Zoom sur la méditerranée et sur la Tunisie.
- Des moyennes saisonnières ont été calculées sur trois périodes de temps différentes 1961-1990, 2021-2050 et 2070-2099, pour voir l'évolution du climat et sa tendance par rapport au climat actuel.
- Les paramètres qui ont été l'objet de cette étude étaient la température et la précipitation et prochainement l'humidité.
- Des écarts ont été calculés entre les deux périodes pour voir les tendances de ces deux paramètres pour les périodes 2021-2050 et 2070-2099 par rapport à la période 1961-1990



# Domaines de l'étude

## Méditerranée

- Le domaine de la méditerranée s'étend de

Latitude : 10° Est jusqu'à 45 Ouest

Longitude : 30° Nord jusqu'à 52° Nord.

## Tunisie

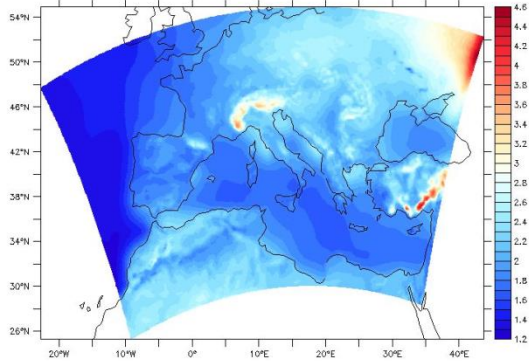
- Le domaine de la Tunisie s'étend de :

Latitude : 7 Est jusqu'à 13 Ouest

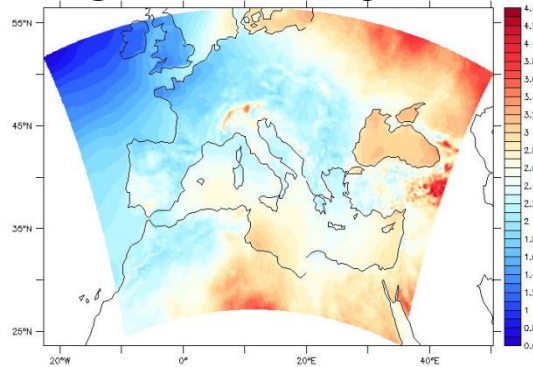
Longitude : 30° Nord jusqu'à 40° Nord.



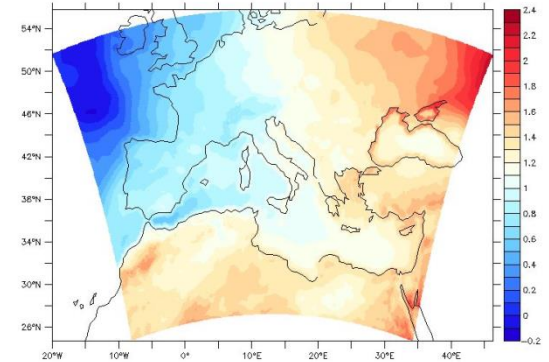
### C4IRCA3



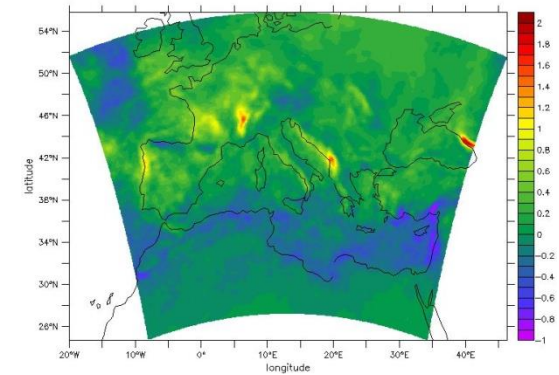
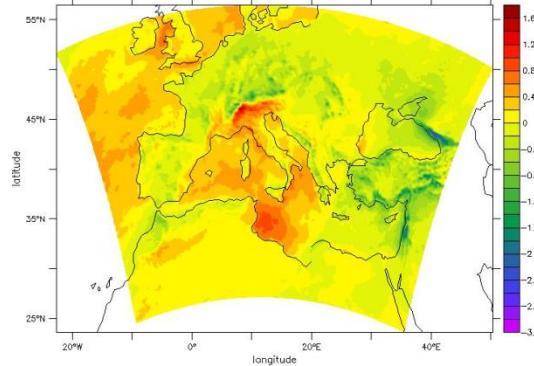
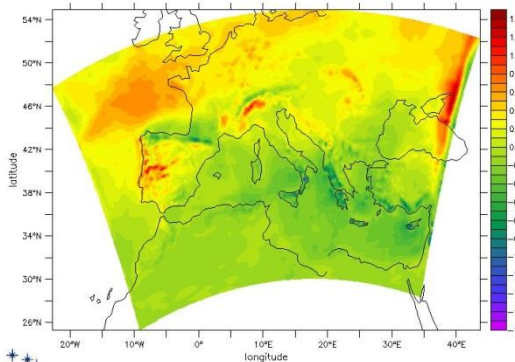
### CNRM-RM4.5



### ICTP-REGCM3



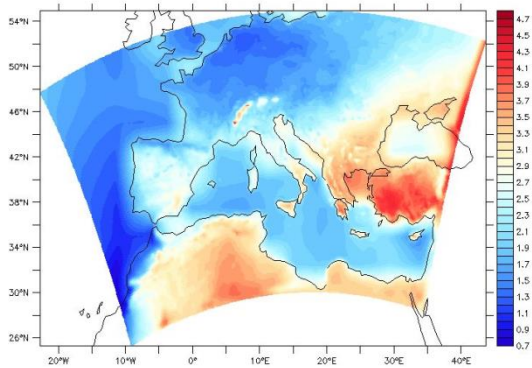
Indice de précipitation à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990



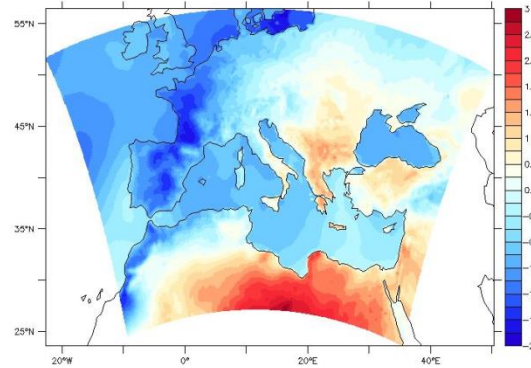
Anomalie de température à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990



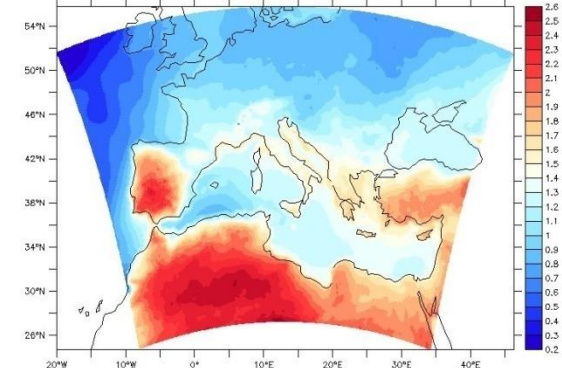
## C4IRCA3



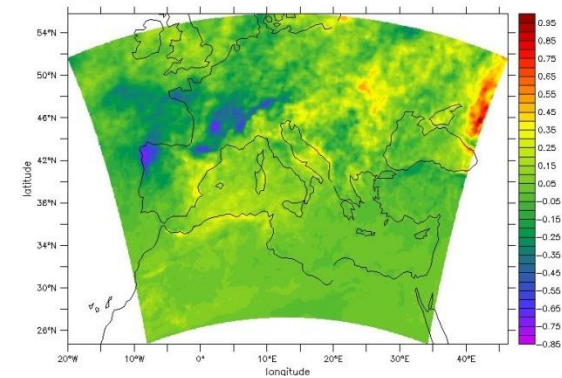
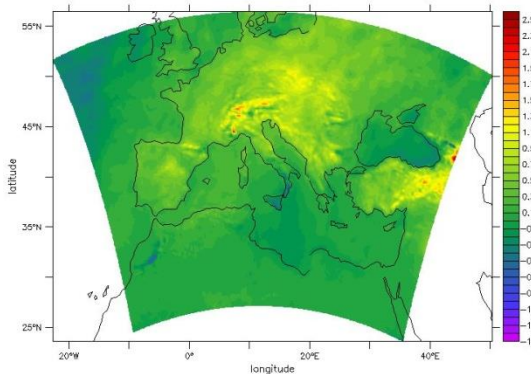
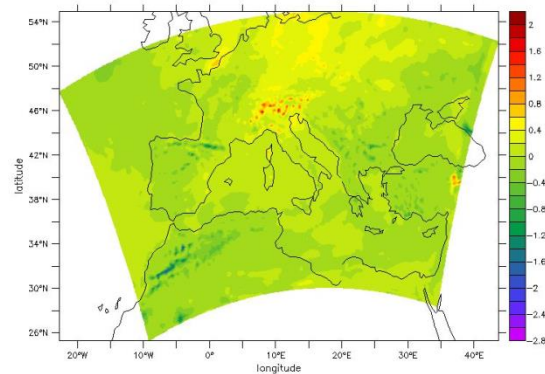
## CNRM-RM4.5



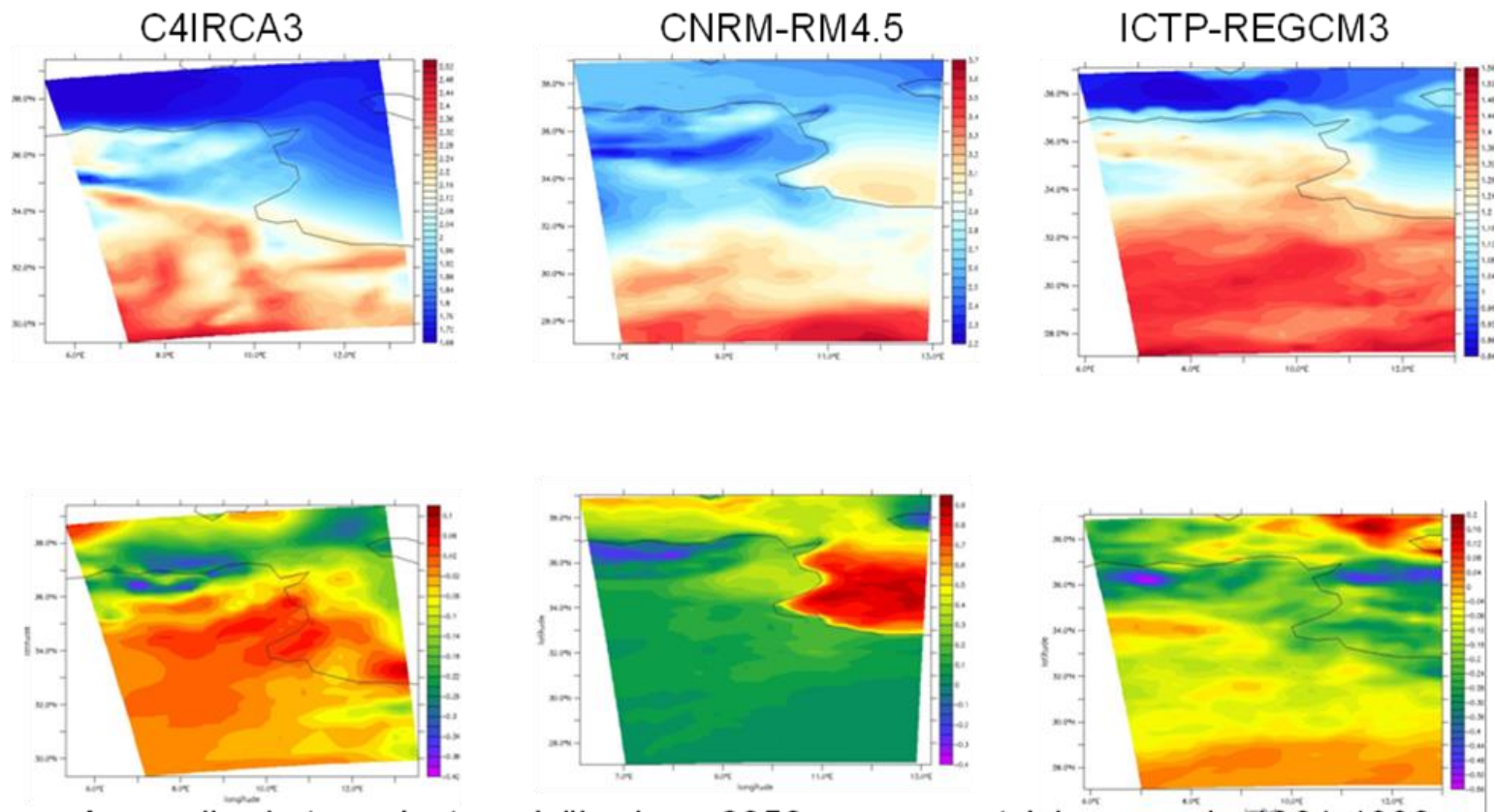
## ICTP-REGCM3



Indice de précipitation à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990

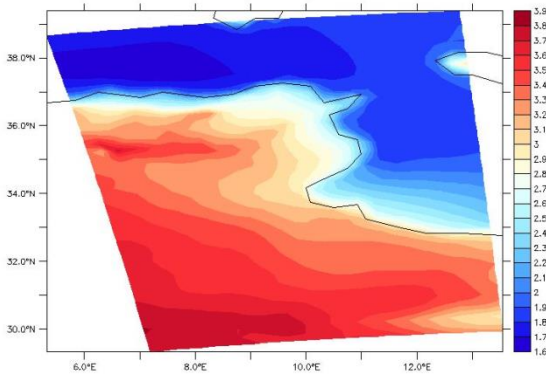


Anomalie de température à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990

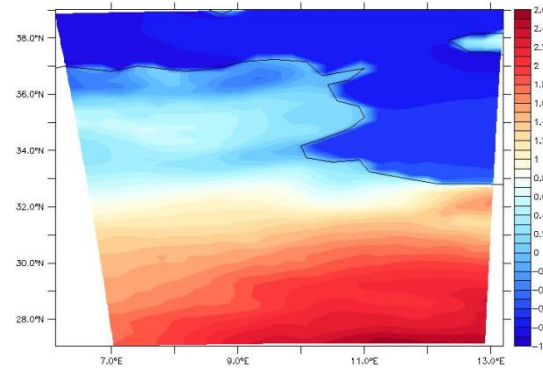


Anomalie de température à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990

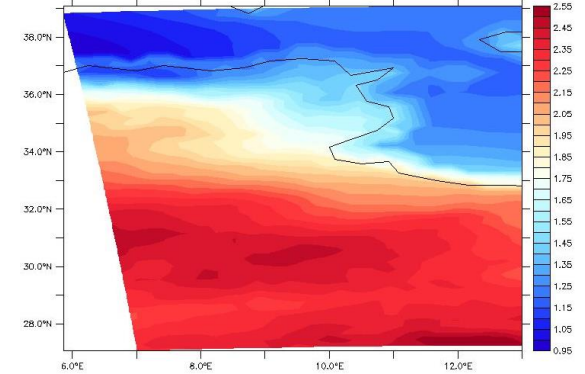
## C4IRCA3



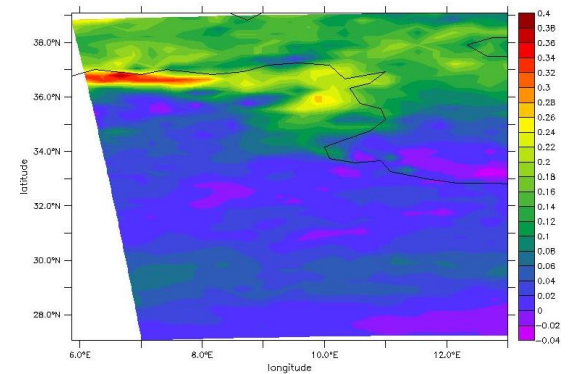
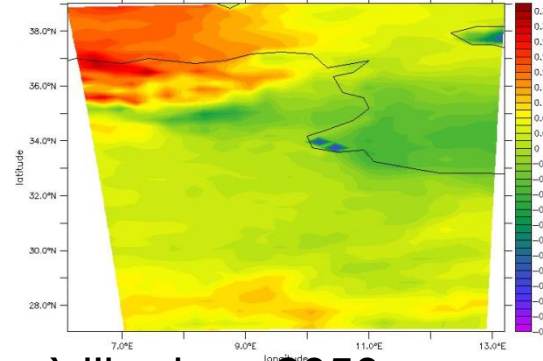
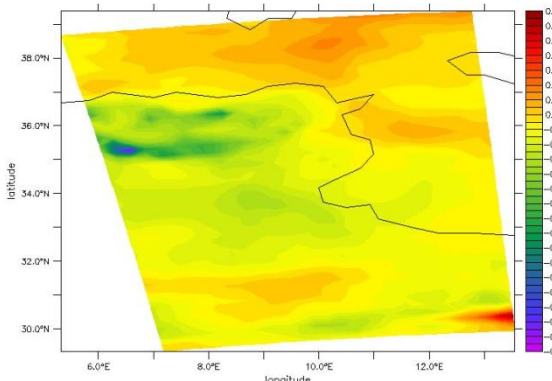
## CNRM-RM4.5



## ICTP-REGCM3



## Indice de précipitation à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990



## Anomalie de température à l'horizon 2050 par rapport à la normale 1961-1990

# Validation

- Pour la validation, différentes approches sont possibles et plusieurs moyens ont été utilisés partout dans le monde. Pour ce travail on avait le choix entre trois alternatives.
- Le choix était de procéder par station et de comparer les valeurs station par station.
- Pour ce faire un échantillon de 13 stations à été choisi pour valider les résultats du modèle.

<b>Bizete</b>	<b>9,80</b>	<b>37,25</b>
<b>Beja</b>	<b>9,18</b>	<b>36,73</b>
<b>Tabarka</b>	<b>8,75</b>	<b>36,95</b>
<b>Siliana</b>	<b>9,37</b>	<b>36,08</b>
<b>Tunis</b>	<b>10,22</b>	<b>36,83</b>
<b>Mograne</b>	<b>10,12</b>	<b>36,37</b>
<b>Monastir</b>	<b>10,75</b>	<b>35,67</b>
<b>Sfax</b>	<b>10,68</b>	<b>34,72</b>
<b>Gabes</b>	<b>10,05</b>	<b>33,95</b>
<b>Gafsa</b>	<b>8,82</b>	<b>34,42</b>
<b>Tozeur</b>	<b>8,17</b>	<b>33,92</b>
<b>Mednine</b>	<b>10,48</b>	<b>33,35</b>
<b>Remada</b>	<b>10,40</b>	<b>32,32</b>

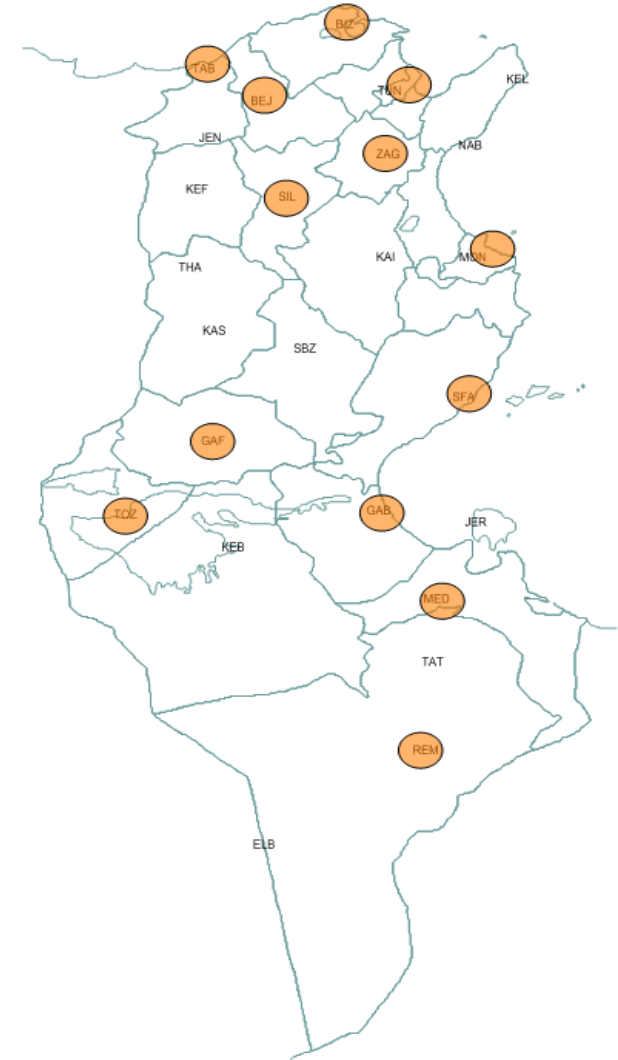


# Validation

## Répartition des stations sur le territoire Tunisien

Le climat de la Tunisie se divise principalement en sept zones bioclimatiques, la grande différence entre le nord et le reste du pays étant due à la chaîne de la dorsale tunisienne qui sépare les zones soumises au climat méditerranéen de celles soumises au climat aride engendré par le Sahara.

Les températures varient en fonction de la latitude, de l'altitude et de la proximité ou de l'éloignement de la mer Méditerranée



# Validation

Parmi les 20 modèles du projet ENSEMBLES, seuls 7 modèles représentent plus au moins le climat passé. En effet, pour la période 1980-2005 les sorties de ces modèles sont proches des moyennes calculées au niveau des stations. Les résultats des ces sept modèles sont présentés sur des tableaux ci-dessous.

## Résultats pour la saison d'été JJA

			Moy	C4CI		CNRM4.5		CNRM5.1		KNMI-ECHAM		ETHZ		METO-HadCM3Q16		ICTP-REGCM3	
				Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart
Bizete	9,80	37,25	25,3	23,91	1,37	25,72	0,44	25,72	0,44	24,39	0,89	25,73	0,46	25,65	0,38	23,95	1,32
Beja	9,18	36,73	26,1	28,75	2,67	25,77	0,32	25,77	0,32	25,74	0,34	26,60	0,52	27,26	1,18	23,94	2,14
Tabarka	8,75	36,95	24,8	25,37	0,53	24,02	0,83	24,02	0,83	25,04	0,20	25,09	0,25	24,45	0,39	23,66	1,19
Silliana	9,37	36,08	25,9	27,74	1,79	26,54	0,59	26,54	0,59	25,36	0,59	25,79	0,15	26,04	0,09	23,62	2,33
Tunis	10,22	36,83	26,5	26,19	0,32	26,77	0,26	26,77	0,26	23,54	2,97	26,58	0,07	26,52	0,01	24,43	2,09
Mograne	10,12	36,37	26,5	26,19	0,32	25,92	0,59	25,92	0,59	26,41	0,10	25,70	0,81	25,94	0,57	24,36	2,15
Monastir	10,75	35,67	26,5	26,03	0,46	26,08	0,41	26,08	0,41	26,51	0,02	26,99	0,50	26,65	0,16	25,24	1,25
Sfax	10,68	34,72	26,4	27,64	1,26	25,74	0,63	26,04	0,63	26,20	0,18	27,81	1,44	26,71	0,34	24,93	1,44
Gabes	10,05	33,95	26,8	28,38	1,55	27,00	0,16	27,00	0,16	26,80	0,04	27,32	0,48	26,47	0,37	26,23	0,60
Gafsa	8,82	34,42	29,1	30,25	1,16	28,42	0,67	28,42	0,67	29,10	0,00	30,01	0,92	28,66	0,44	26,04	3,05
Tozeur	8,17	33,92	31,7	33,64	1,97	32,65	0,98	32,65	0,98	31,32	0,35	32,94	1,27	31,19	0,48	28,48	3,18
Mednine	10,48	33,35	28,8	28,23	0,59	28,07	0,75	28,07	0,75	27,05	1,76	28,80	0,01	27,58	1,23	25,52	3,30
Remada	10,40	32,32	29,2	29,60	0,38	29,55	0,33	29,55	0,33	27,57	1,65	29,39	0,17	28,33	0,89	26,11	3,11



# Validation

## Résultats pour la saison d'Automne SON

	Moy			C4CI		CNRM4.5		CNRM5.1		KNMI-ECHAM		ETHZ		METO-HadCM3Q16		ICTP-REGCM3	
				Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart
Bizete	9,80	37,25	20,3	21,04	0,74	19,21	1,09	19,21	1,09	19,31	0,99	19,70	0,60	19,60	0,70	18,26	2,05
Beja	9,18	36,73	19,7	19,45	0,25	17,96	1,74	17,96	1,74	18,00	1,70	18,75	0,95	18,73	0,97	16,33	3,37
Tabarka	8,75	36,95	20,3	21,13	0,82	20,84	0,54	20,84	0,54	18,42	1,88	18,78	1,52	19,12	1,18	16,78	3,52
Siliana	9,37	36,08	18,8	17,98	0,82	16,75	2,05	16,75	2,05	16,31	2,49	16,89	1,91	17,09	1,71	14,69	4,12
Tunis	10,22	36,83	21,1	20,33	0,77	19,42	1,68	19,42	1,68	19,08	2,02	19,85	1,25	19,89	1,21	17,14	3,96
Mograne	10,12	36,37	20,1	19,31	0,79	17,89	2,21	17,89	2,21	18,60	1,50	18,48	1,62	18,58	1,52	16,84	3,26
Monastir	10,75	35,67	21,7	20,39	1,31	19,90	1,80	19,90	1,80	19,44	2,26	21,13	0,57	20,68	1,02	18,22	3,48
Sfax	10,68	34,72	21,7	20,12	1,58	22,42	0,72	22,42	0,72	19,41	2,29	21,11	0,59	21,09	0,61	19,04	2,66
Gabes	10,05	33,95	22,5	22,39	0,11	20,94	1,57	20,94	1,57	20,08	2,42	21,82	0,68	20,77	1,73	18,53	3,97
Gafsa	8,82	34,42	20,9	19,66	1,24	18,79	2,11	18,79	2,11	18,91	1,99	20,29	0,61	19,71	1,19	16,93	3,97
Tozeur	8,17	33,92	23,3	22,45	0,85	22,42	0,88	22,42	0,88	20,96	2,34	23,32	0,02	21,97	1,33	19,26	4,05
Mednine	10,48	33,35	23,1	20,78	2,32	21,01	2,09	21,01	2,09	19,77	3,33	22,04	1,06	21,22	1,88	18,20	4,90
Remada	10,40	32,32	22,8	20,30	2,50	21,53	1,27	21,53	1,27	18,91	3,89	21,74	1,06	21,12	1,68	17,90	4,90

## Résultats pour la saison d'Hiver DJF

	Moy			C4CI		CNRM4.5		CNRM5.1		KNMI-ECHAM		ETHZ		METO-HadCM3Q16		ICTP-REGCM3	
				Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart
Bizete	9,80	37,25	11,7	11,32	0,38	10,38	1,32	10,38	1,32	11,10	0,60	11,31	0,39	11,52	0,18	10,01	1,69
Beja	9,18	36,73	10,3	9,86	0,47	7,37	2,96	7,37	2,96	9,89	0,44	9,82	0,51	9,84	0,49	8,666	1,66
Tabarka	8,75	36,95	12,1	10,86	1,24	9,46	2,64	9,46	2,64	11,15	0,95	10,90	1,20	10,77	1,33	9,269	2,83
Siliana	9,37	36,08	9,4	8,21	1,19	6,40	3,00	6,40	3,00	8,45	0,95	7,96	1,44	8,62	0,78	7,716	1,68
Tunis	10,22	36,83	12,2	11,01	1,19	10,05	2,15	10,05	2,15	11,26	0,94	11,04	1,16	11,24	0,96	9,297	2,90
Mograne	10,12	36,37	10,7	10,06	0,64	8,34	2,36	8,34	2,36	10,49	0,21	9,55	1,15	10,25	0,45	9,298	1,40
Monastir	10,75	35,67	12,8	11,55	1,25	11,45	1,35	11,45	1,35	11,38	1,42	12,02	0,78	12,29	0,51	10,51	2,29
Sfax	10,68	34,72	12,3	10,74	1,53	11,82	0,44	11,82	0,44	10,75	1,52	11,56	0,71	12,07	0,20	10,14	2,13
Gabes	10,05	33,95	12,9	10,13	2,77	11,47	1,43	11,47	1,43	10,85	2,05	11,94	0,96	12,59	0,31	10,302	2,60
Gafsa	8,82	34,42	10,4	8,42	1,98	7,99	2,41	7,99	2,41	9,28	1,12	9,56	0,84	10,25	0,15	8,467	1,93
Tozeur	8,17	33,92	12,5	9,10	3,36	11,15	1,31	11,15	1,31	9,85	2,60	11,94	0,52	12,04	0,42	10,41	2,05
Mednine	10,48	33,35	13,1	10,85	2,25	11,25	1,85	11,25	1,85	10,90	2,20	12,20	0,90	12,66	0,44	10,16	2,94
Remada	10,40	32,32	12,3	9,43	2,91	10,74	1,60	10,74	1,60	9,24	3,10	10,90	1,45	11,37	0,97	9,60	2,75



# Validation

## Résultats pour la saison du printemps MAM

			Moy	C4CI		CNRM4.5		CNRM5.1		KNMI-ECHAM		ETHZ		METO-HadCM3Q16		ICTP-REGCM3	
				Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart	Valeur	écart
Bizete	9,80	37,25	15,6	15,97	0,37	16,07	0,47	16,07	0,47	15,504	0,10	15,23	0,37	15,21	0,39	14,26	1,34
Beja	9,18	36,73	15,4	15,98	0,58	14,89	0,51	14,89	0,51	14,846	0,55	14,89	0,51	14,48	0,92	13,34	2,06
Tabarka	8,75	36,95	16,0	15,81	0,19	15,89	0,11	15,89	0,11	15,433	0,57	14,05	1,95	15,00	1,00	13,66	2,34
Siliana	9,37	36,08	14,9	15,07	0,17	14,91	0,01	14,91	0,01	13,99	0,91	14,56	0,34	13,15	1,75	12,14	2,76
Tunis	10,22	36,83	16,8	16,84	0,04	16,71	0,09	16,71	0,09	16,245	0,56	15,86	0,94	15,69	1,11	14,31	2,49
Mograne	10,12	36,37	16,0	16,06	0,06	15,62	0,38	15,62	0,38	15,943	0,06	14,63	1,37	14,30	1,70	14,33	1,67
Monastir	10,75	35,67	17,3	16,64	0,66	17,57	0,27	17,57	0,27	16,438	0,86	17,40	0,10	16,43	0,87	15,97	1,33
Sfax	10,68	34,72	17,4	17,37	0,03	17,30	0,10	17,30	0,10	17,212	0,19	16,72	0,68	17,28	0,12	15,46	1,94
Gabes	10,05	33,95	18,4	18,72	0,32	18,98	0,58	18,98	0,58	18,125	0,27	18,08	0,32	17,62	0,78	17,35	1,05
Gafsa	8,82	34,42	18,3	18,34	0,04	18,42	0,12	18,42	0,12	18,017	0,28	17,87	0,43	17,40	0,90	15,79	2,51
Tozeur	8,17	33,92	20,9	21,66	0,76	22,58	1,68	22,58	1,68	20,30	0,60	21,05	0,15	20,02	0,88	18,31	2,59
Mednine	10,48	33,35	18,5	18,61	0,11	19,42	0,92	19,42	0,92	18,33	0,17	18,47	0,03	18,07	0,44	16,99	1,51
Remada	10,40	32,32	19,9	19,29	0,61	20,92	1,02	20,92	1,02	18,59	1,31	19,19	0,71	18,30	1,60	16,73	3,17







الوحد الوطني للرصد الجوي

Institut National de la Météorologie  
National Institute of Meteorology

## Regional Downscaling Case Study – (2)

**(Downscaling statistique et dynamique des scénarios de changement climatique)**

Abdelwaheb NMIRI  
Director general of INM



# LDAS-TUNISIA project



The INM is partner in the project of «**Improvement of water resources management and adaptation to climate change in TUNISIA** » called « **LDAS-TUNISIA** ». This project is coordinated by the North African Center for Remote (CRTEAN) and it aims at:

- Monitoring the availability of water resources
- Monitoring the agricultural activities using evapotranspiration model
- Mapping, forecasting and monitoring floods
- Monitoring the phenomenon of drought
- Establishing a mechanism for data dissemination



# National Partners in LDAS-TUNISIA

- **National Center for mapping and remote sensing (CNCT)**
- **Ministry of agriculture**
  - General Directorate of Water Resources (DGRE)
  - General Directorate of Rural Engineering and water exploitation (DGGREE)
  - Arid Region Institute (IRA)
- **Ministry of transportation**
  - National Institute of meteorology (INM)
- **Universities and reseach labs.**



# Team work in LDAS-TUNISIA

<i>Topics</i>	<i>Development institutions</i>
<b>Floods Mapping and Modeling</b>	National Center for mapping and remote sensing (CNCT)
<b>Crop and Irrigation Mapping</b>	National Center for mapping and remote sensing (CNCT)
<b>Drought &amp; Evapotranspiration</b>	Arid Region Institute (IRA)
<b>Climate Impact Analysis</b>	National Institute of Meteorology (INM)
<b>Ground Water Storage</b>	General Directorate of Water Resources (DGRE)



# Implementation Plan of INM

Application	INM Role
Statistically downscaled climate projections for TUNISIA	<ul style="list-style-type: none"><li>• To execute the script and customize it.</li><li>• Produce climate projections for TUNISIA within stations. Projections will be performed for middle and high emissions scenarios and for multiple GCM realizations.</li><li>• Evaluate utility of climate projection data.</li><li>• Formatting projection climate data as needed in the other project components.</li></ul>
Dynamically downscaled climate projections for TUNISIA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Work with ICBA to adopt and adapt dynamic methods of downscaling.</li><li>• Coupling the WRF model with GCM outputs of CMIP5.</li><li>• Produce climate projections for TUNISIA with a resolution of 15 km.</li></ul>



# Dynamical and statistical downscaling

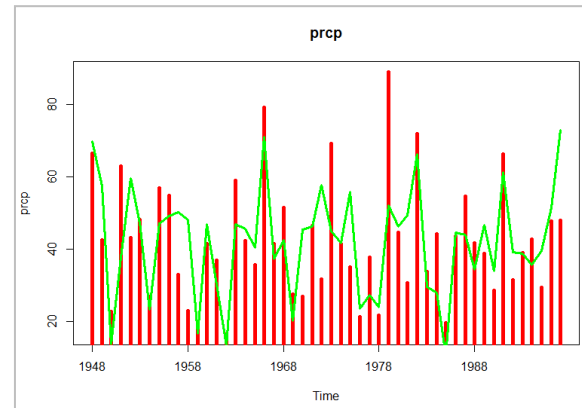
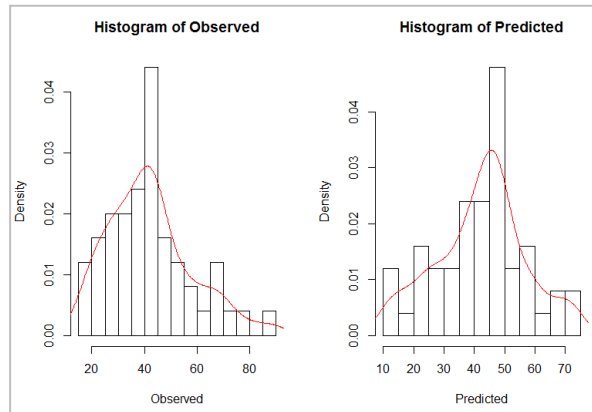
- A technical workshop organised by NASA, Johns Hopkins University and ICBA and supported by USAID and the World Bank was held in ICBA in march 2014.
- 4 engineers from INM has participated to this workshop and trained for the use of two methods for downscaling general circulation model climate change data outputs:
  - *Dr. Ben ZAITCHIK from Johns Hopkins University led the training on empirical downscaling, variable selection and preprocessing exercises, regression-based modeling, variance inflation and weather generators and the ALEXI evapotranspiration algorithm.*
  - *M. Karim BERGAOUI and M. Rashyd ZAABOUL from ICBA led the training on using Weather Research and Forecasting (WRF) model in dynamical downscaling of CMIP5 GCM data.*



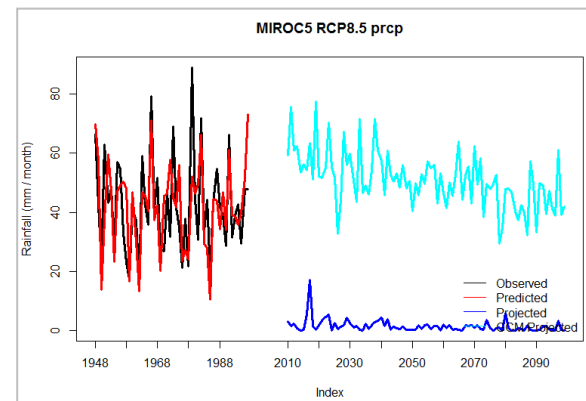
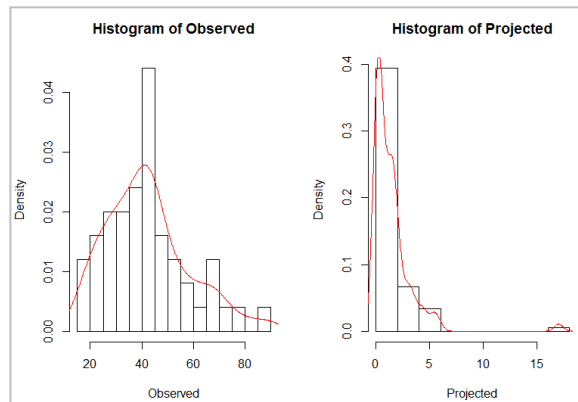
**So far the INM is starting the application of statistical downscaling methods in order to produce climate projections at the station's level.  
The application of dynamical downscaling is ongoing.**



# Data Simulation and projection



*Simulation du ESD de la précipitation sur la période 1948- 1997*



*Simulation du ESD de la précipitation sur la période 2010-2100*



# Thank you for your attention

