



**CLIM-RUN**



## Using ENSEMBLES to communicate uncertainty

**CLIMRUN School on climate services**

**Ghislain Dubois**

ICTP, Trieste, 16-19 October 2012



## **Introduction**

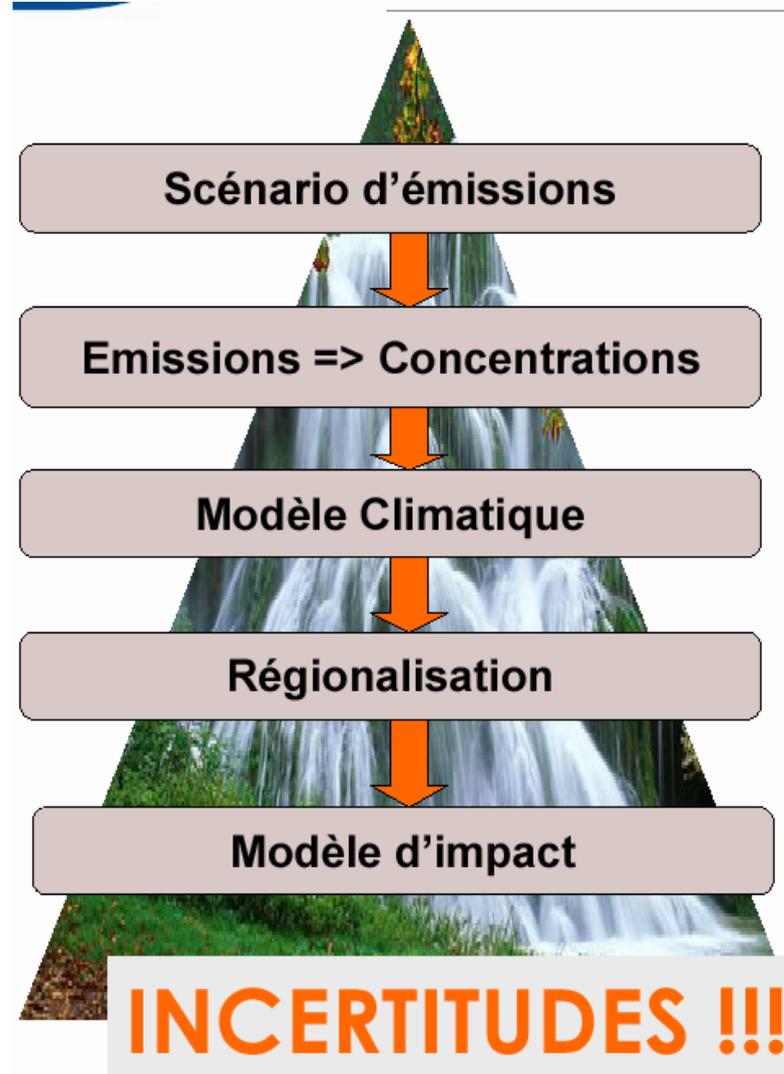
- 1. Uncertainty and climate change**
- 2. Case study: adaptation strategy of Provence Region (France)**
- 3. Lab : using the ENSEMBLES database**

Imagine you are in charge to the elaboration of the climate change adaptation strategy of the Venice Region...

**Which sources of uncertainties will you have to deal with ?**

# ***1. Uncertainty and climate change***

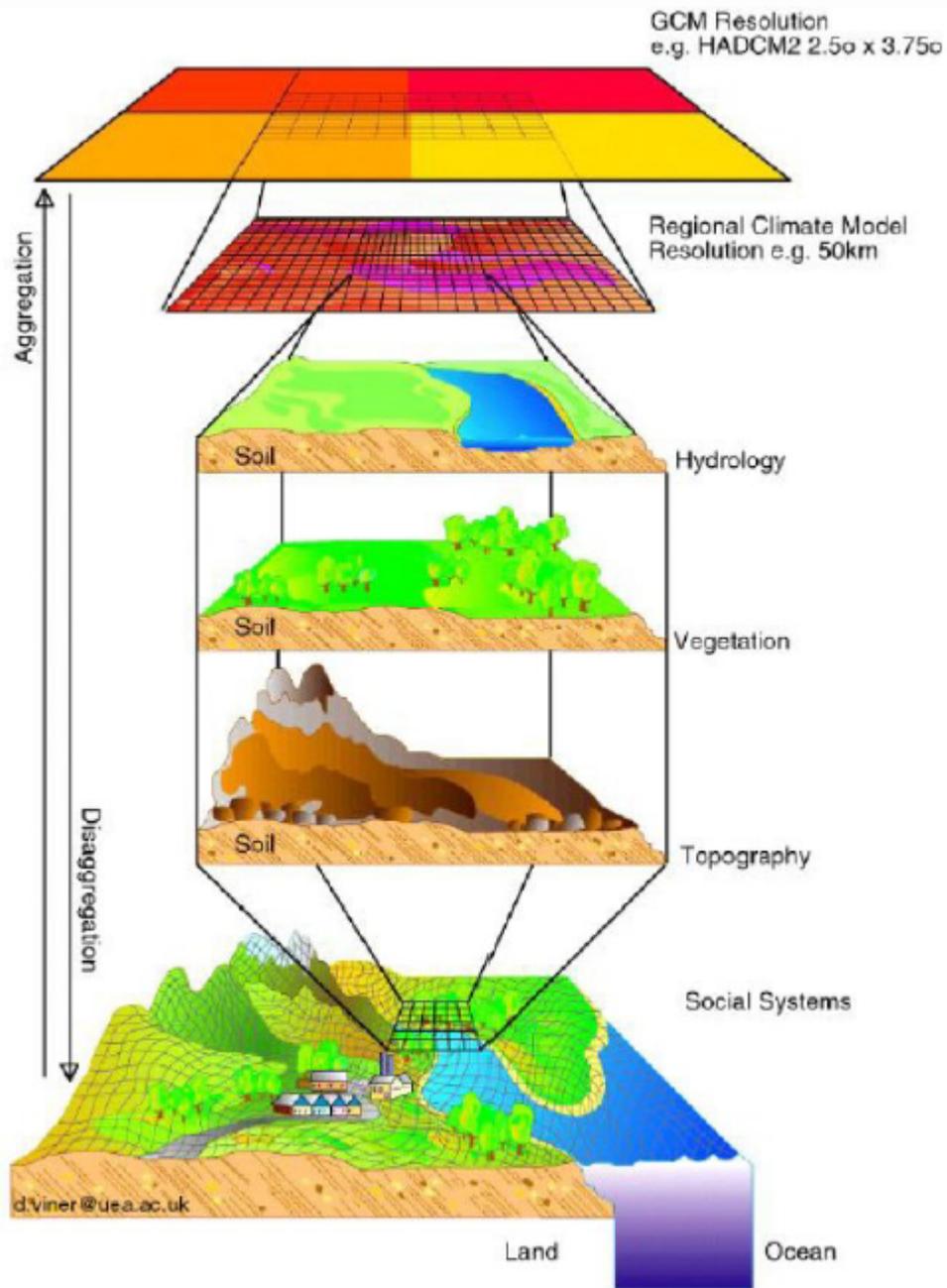




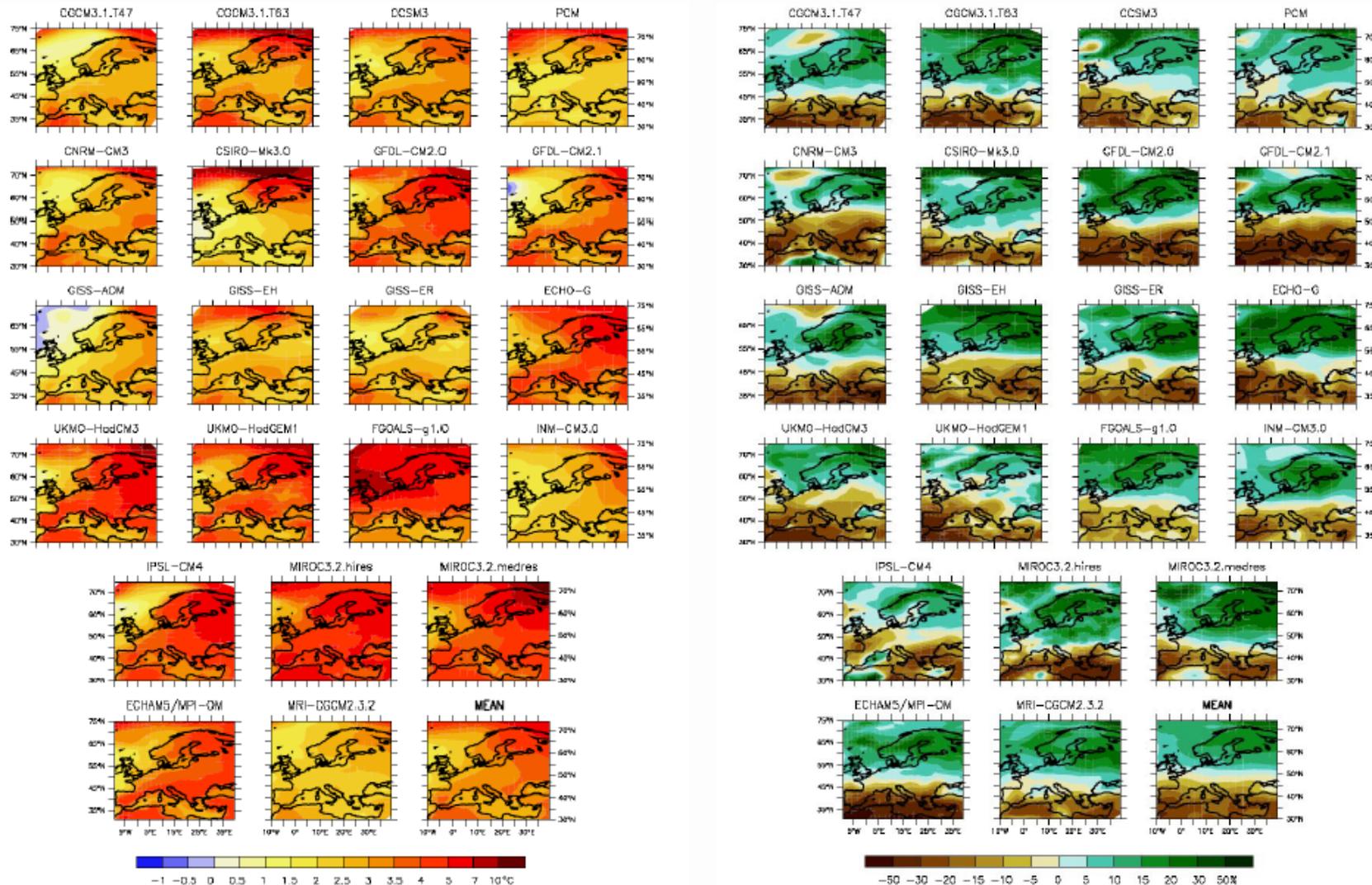


- **“Reflexive”**: socio economic scenarios (GDP, populations, energy mix) + Emissions associated to each of these scenarios (economic modeling)
- **“Stochastic”** uncertainty: initial conditions used to initialize the model (science is evolving... see Terray 2012)
- **Climate models** :
  - Sensitivity of global climate models (GCM) to GHG concentrations and to the feed-backs in carbon and water cycles.
  - Spatial accuracy of models required to simulate climate variability and trends at the scale of impacts (local/regional scale), even using downscaling techniques
- **Impact models**
  - physical (e.g. hydrological models to evaluate flood risks or biodiversity, agricultural production models);
  - Economic models used to quantify the cost of impacts (costs of inaction, damages, etc...);
- **Adaptation capacity** : Knowledge gaps regarding vulnerability of ecosystems and human societies, and their resilience;

# Combining scales...



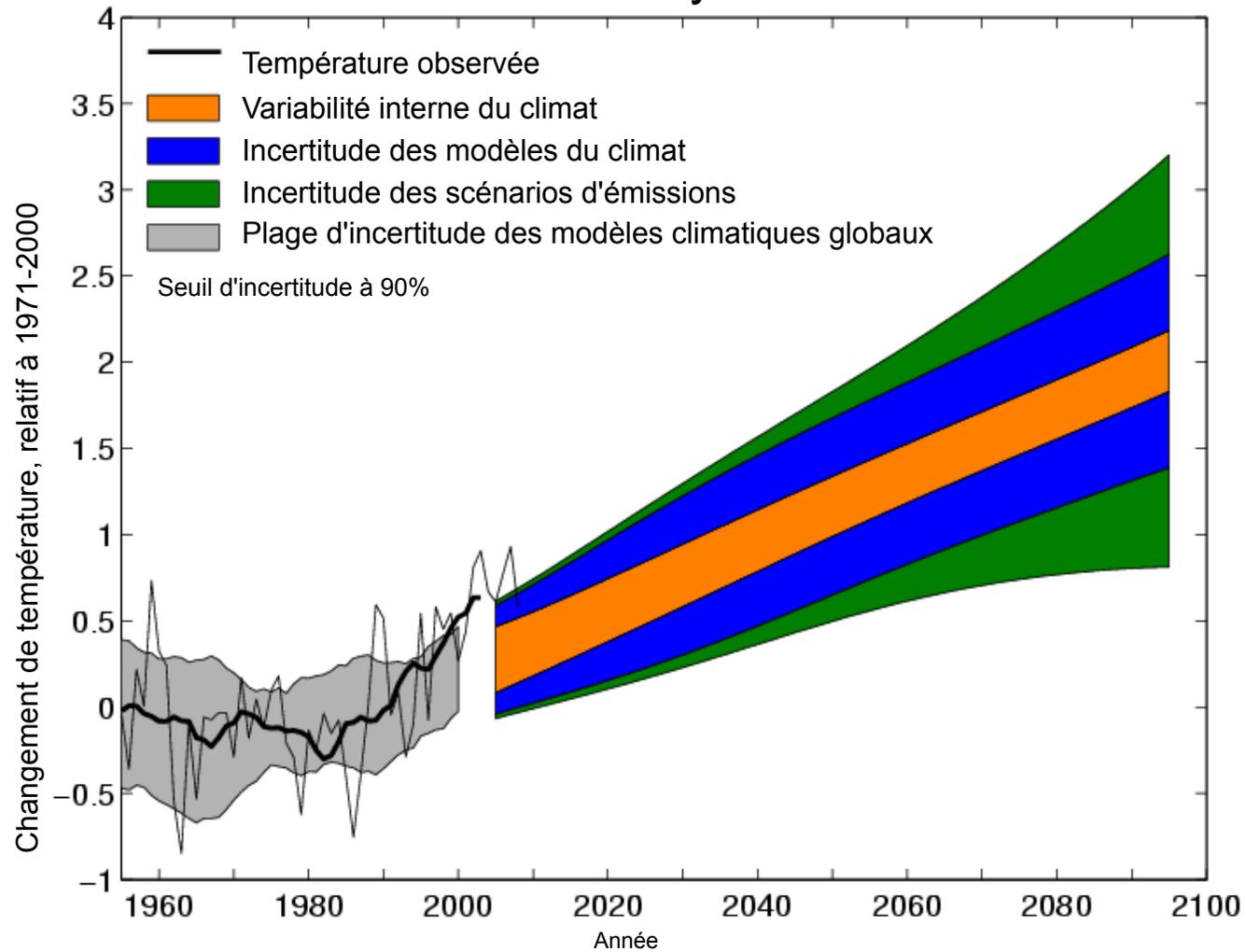
# Combining models...with better representations ?



scénario A1B, 2080-2099 vs 1980-1999



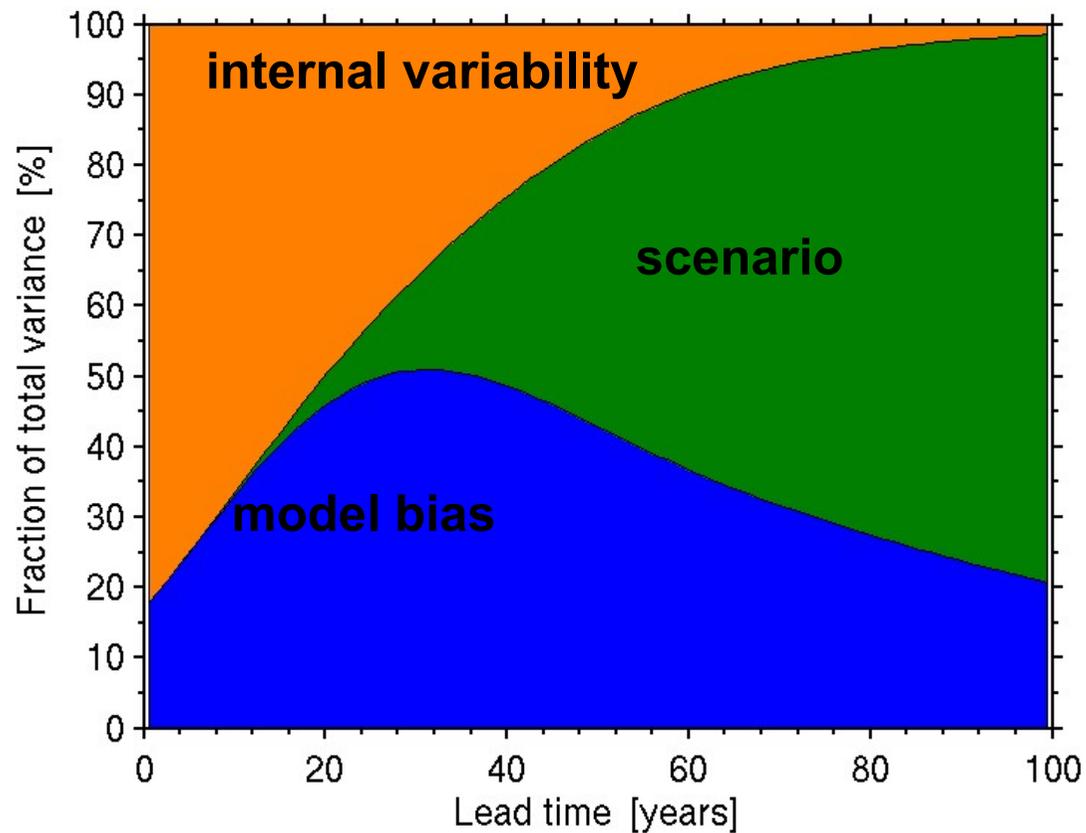
## Uncertainty sources



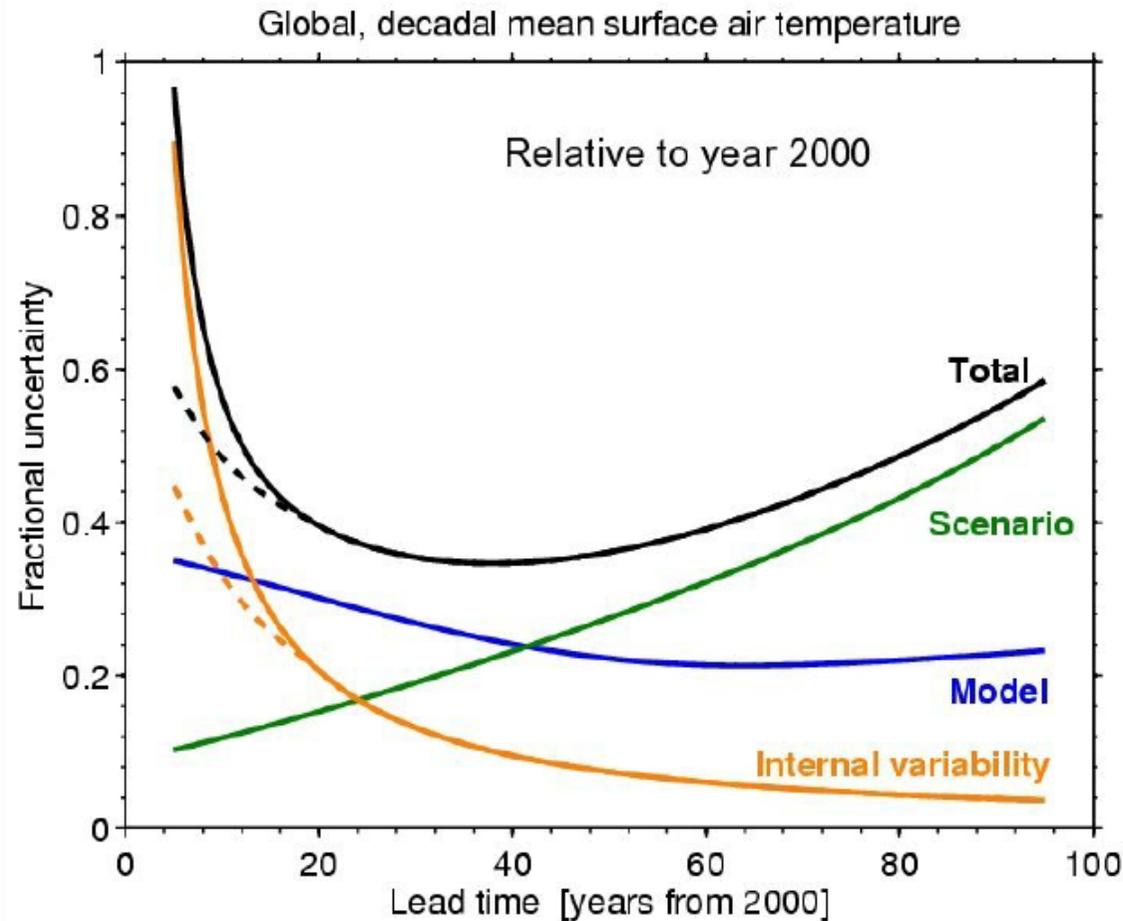
# Adapting our strategy to time horizons



Hawkins and Sutton 2009, for Great Britain



# Minimizing uncertainty ?



Source: Sutton dans BAMS 2009

# Dealing with uncertainty: the role of climate services

---



- The lack of uncertainty management is **frustrating**
  - Not (yet) a demand of clients
  - Consultants do not know how to manage
  - Climatologists have data constraints
- For time horizons up to 2050 most of uncertainty comes from models, and **can therefore be captured**
- For consultants **where does research end, where do climate services start** (and is research part of climate services ?)



- 
- Which strategy to climate projections ?
  - Which models to use?
  - Which scenarios?
  - What time slices?
  - What boundaries for the case study area?
  - Which temporal resolution?
  - Which variables?

## ***2. Case study : Provence Region***



## ***2.1 Context and objectives***





2011-2012 – Les effets des changements climatiques sur le territoire des Bouches-du-Rhône

# A vulnerability assessment within a broader climate policy



<b>November 2009</b>	<b>Kick-off</b>
<b>Nov 2009- Sep 2011</b>	<b>Carbon footprint</b> <b>Data management</b> <b>Renewable energy potential</b> <b>Sustainable building</b> <b>15 working groups</b> <b>First draft of Local climate plan (Dec 2010)</b>
<b>September 2011</b>	<b>Validation of the local climate plan</b>

# A vulnerability assesement within a broader climate policy

---



**2012**

**Climate plan voted**

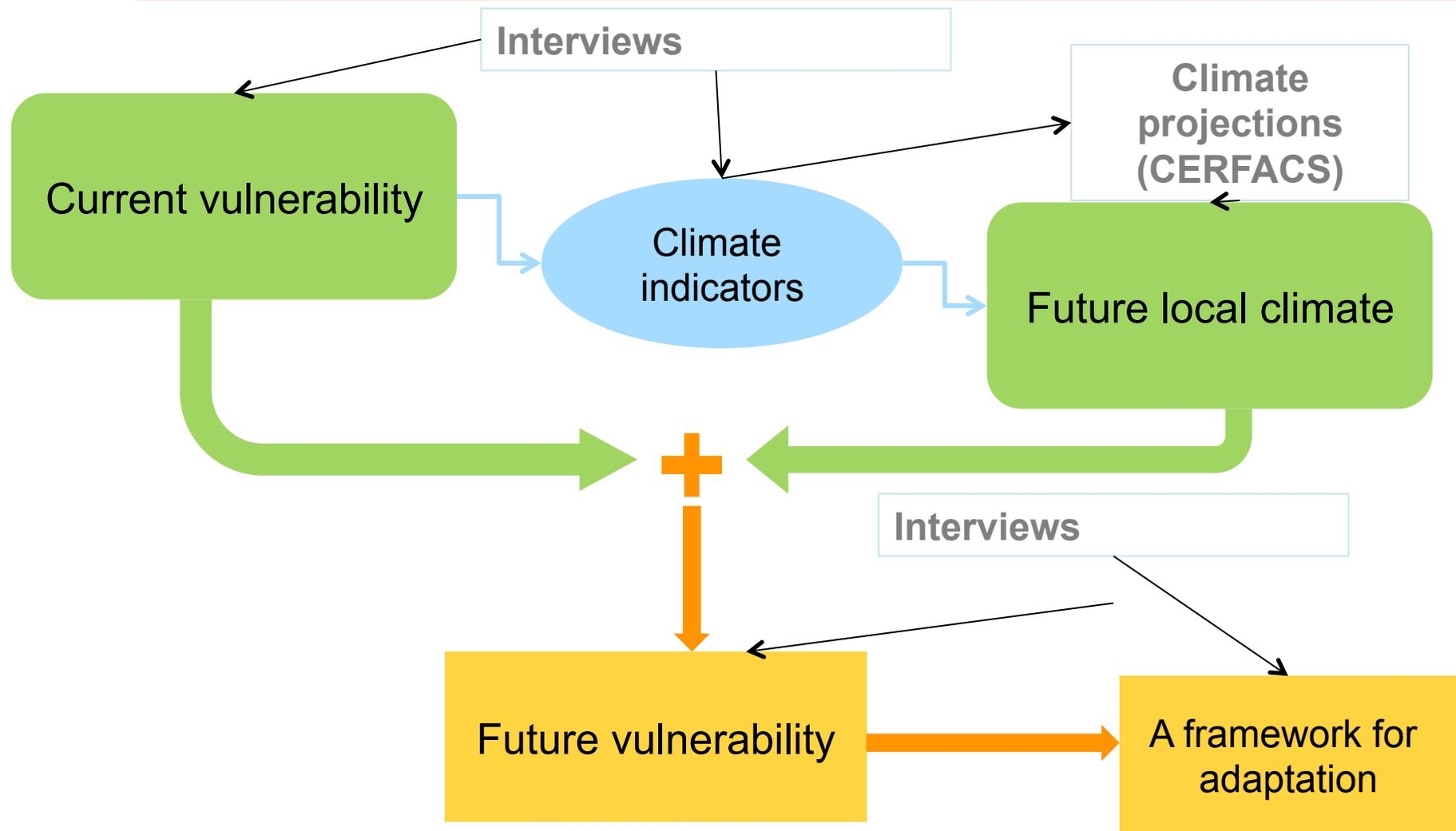
**Implemenbtation**

**Climate change impact assessment for the Bouches-du-Rhone (TEC-CERFACS)**

- **A scientific diagnosis**, as precise as possible, of future climate and future CC impacts
- **A focus on main missions of the Conseil General** (roads, health, education...)
- **Internal objectives**

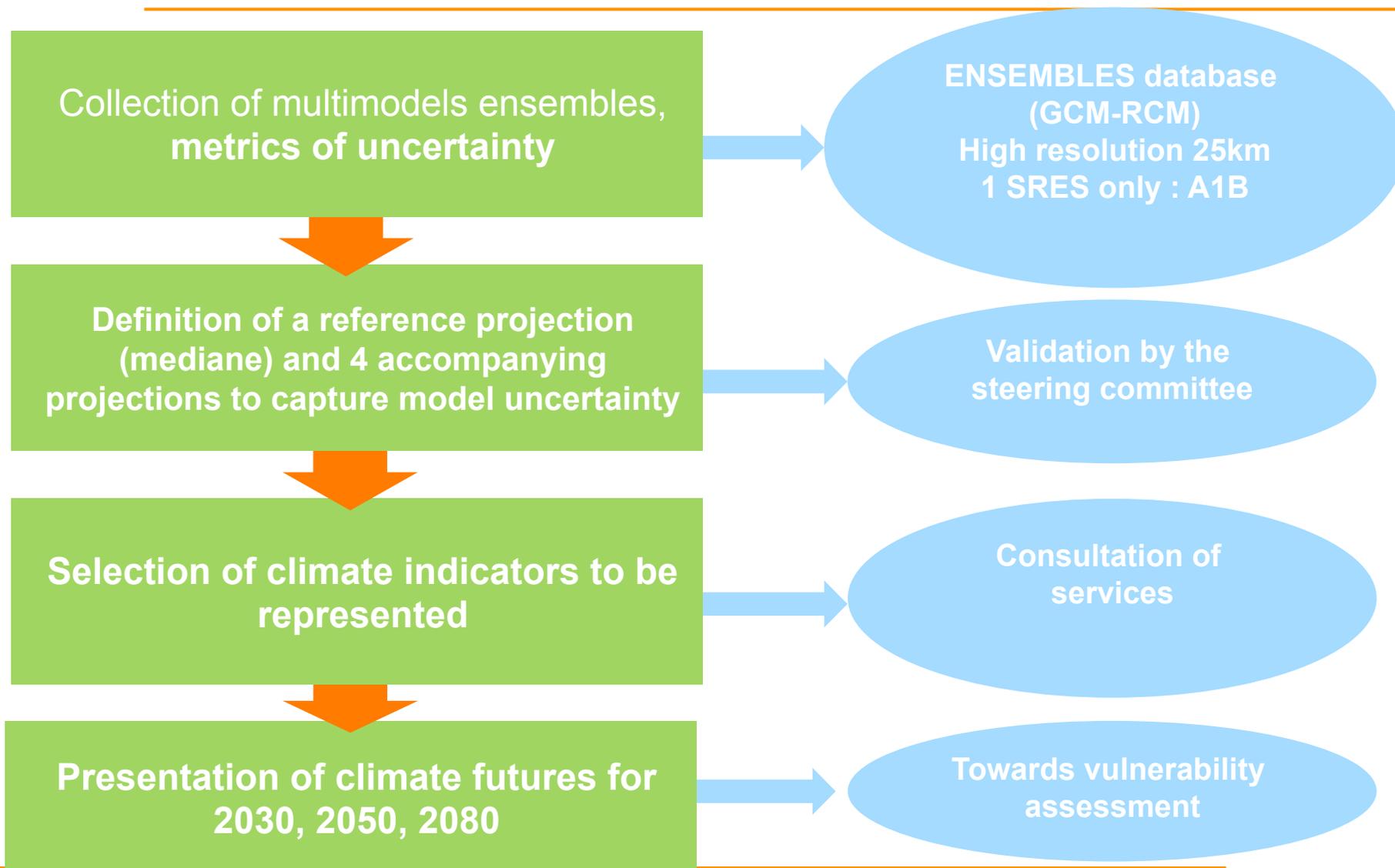
## **2.2 Methods**





- **Biodiversity and forests**
- **Water**
- **Coastal management**
- **Natural hazards**
- **Health and solidarity**
- **Agriculture**
- **Spatial planning and construction**
- **Infrastructures and transports**
- **Tourism**
- **Energy et industry**

## An innovative and participatory method



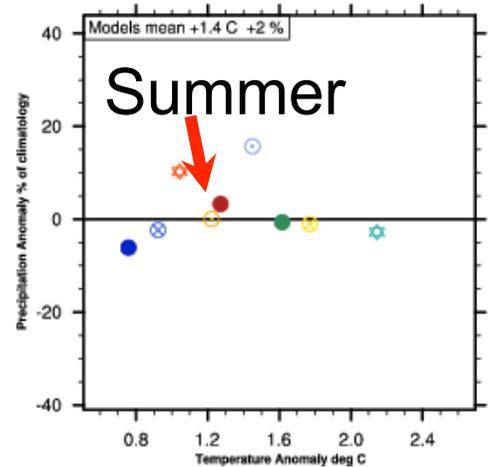
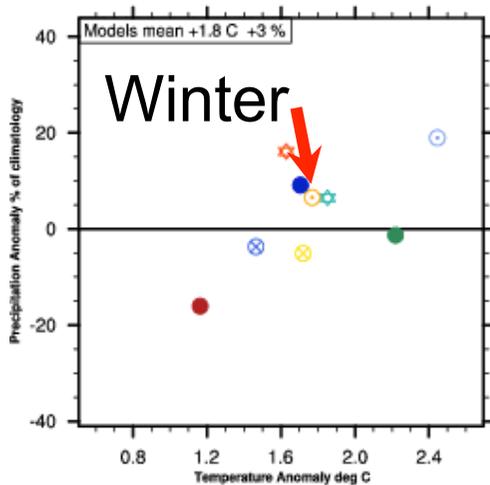
## The choice to study only model uncertainty



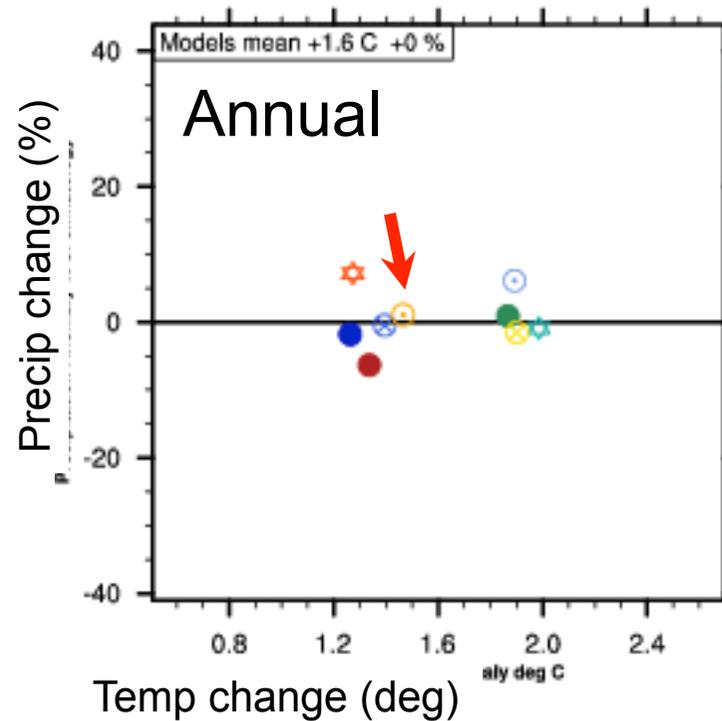
- Up to 2050, most of **uncertainty comes from models**
- Only **A1B Sres Scenario (data constraints)**
- Two downscaling methods (statistical and regional models)
  - ➔ Allows a good choice of projections
  - ➔ Allows some (tentative) metrics of uncertainty



- Starting from an **ensemble of GCM** statistically downscaled
- Choice of a **median GCM** for temperature and precipitation anomalies
- Then, within **RCMs**
  - **A median RCM** (close to the median GCM)
  - **Four other RCMs** illustrating the dispersion of results



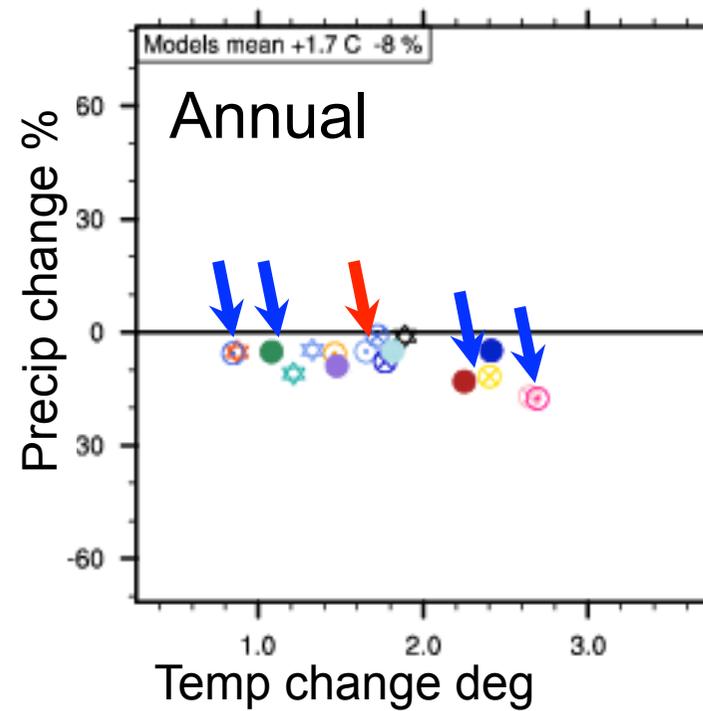
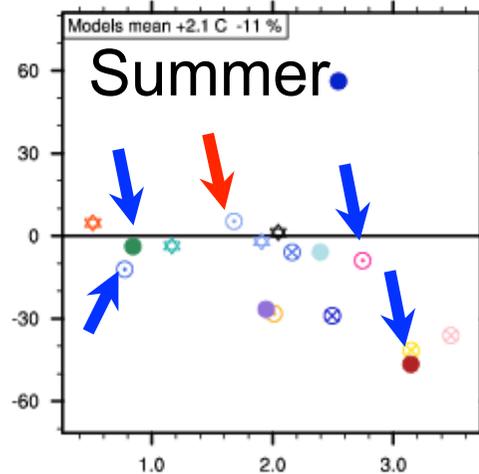
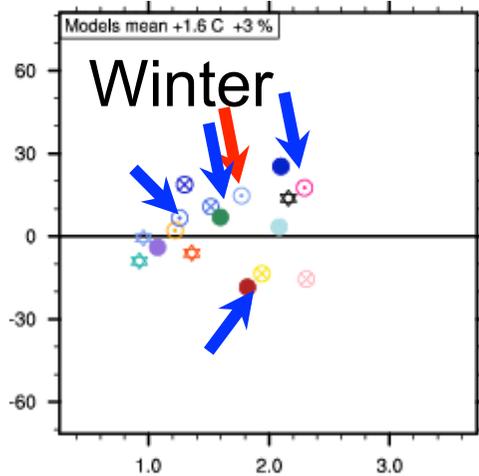
## 2030-2050 / 1961-1990



- 1
- ☆ 2
- 3
- ⊗ 4
- 5
- ☆ 6
- 7
- ⊗ 8
- 9

**Annually**  
**+1.2 à +2.0 C**  
**-10% à +10 %**

## 2030-2050 / 1961-1990



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17

**Annually**  
**+0.8 to +2.8 C**  
**-15% à +0 %**

## Various selected indicators

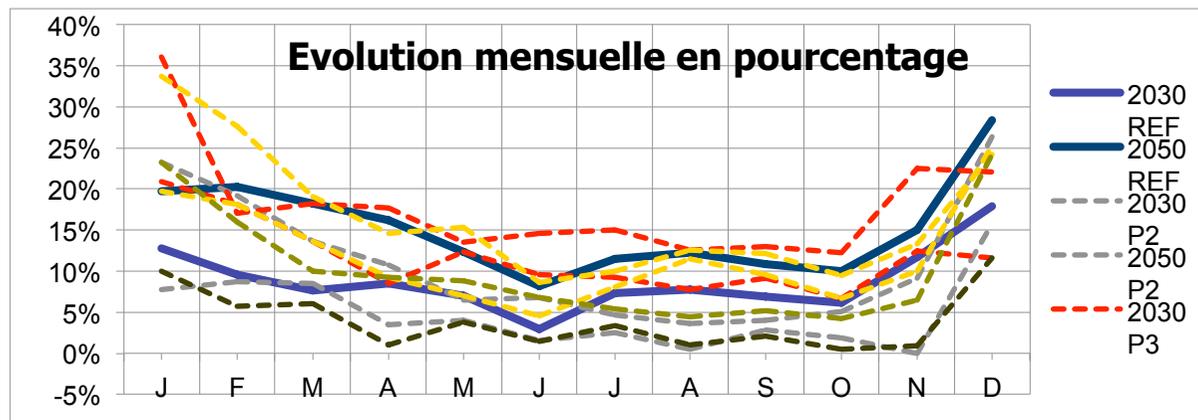
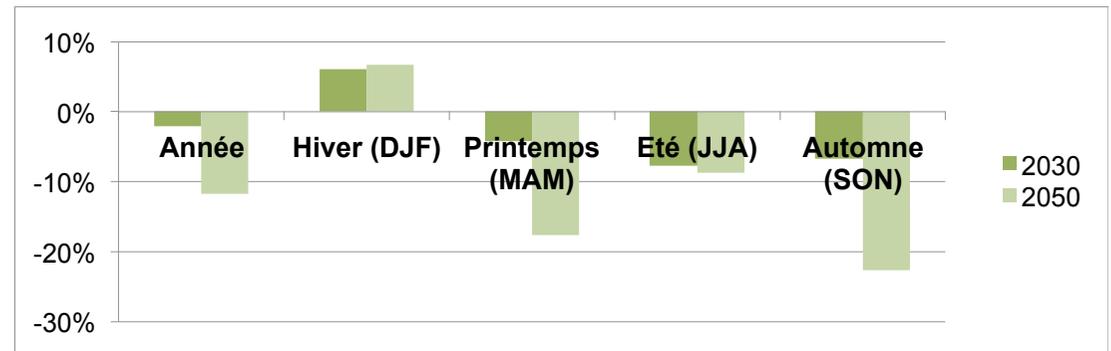


Paramètre principal	Indicateurs	Paramètre principal	Indicateurs
<b>Température</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Températures moyennes</li> <li>– Températures maximales</li> <li>– Températures minimales</li> <li>– Indice " vigilance canicule "**</li> <li>– Nombre de jour de gel</li> <li>– Nombre de jours de vague de chaleur</li> <li>– Nombre de jours où températures supérieures à 35°C</li> <li>– Degré-jour en base 18</li> <li>– Degré-jour en base 26</li> </ul>	<b>Précipitations/ pluie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Précipitations moyennes</li> <li>– Nombre de jours de pluie</li> <li>– Pluies diluviennes (10/20mm*)</li> <li>– Cumul de précipitation</li> <li>– Quantité max de précipitation sur un jour</li> <li>– Quantité max de précipitations cumulées sur une heure</li> <li>– Maximum de précipitations cumulées sur 5 jours</li> <li>– Nombre maximal de jours secs consécutifs</li> </ul>
<b>Vent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vitesse du vent (toutes composantes)</li> <li>– Vitesse du vent maximale, sans les rafales</li> <li>– Vitesse du vent (vent d'ouest)</li> <li>– Vitesse du vent (vent du sud)</li> <li>– Nombre de jours de vent consécutifs</li> </ul>	<b>Précipitations/ autres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nombre de jours avec chute de neige</li> <li>– Quantité max de neige</li> </ul>
		<b>Autres paramètres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Humidité relative</li> <li>– Humidité minimum</li> </ul>

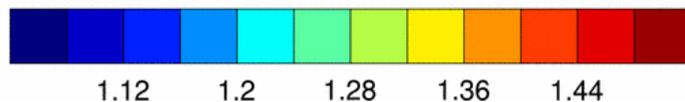
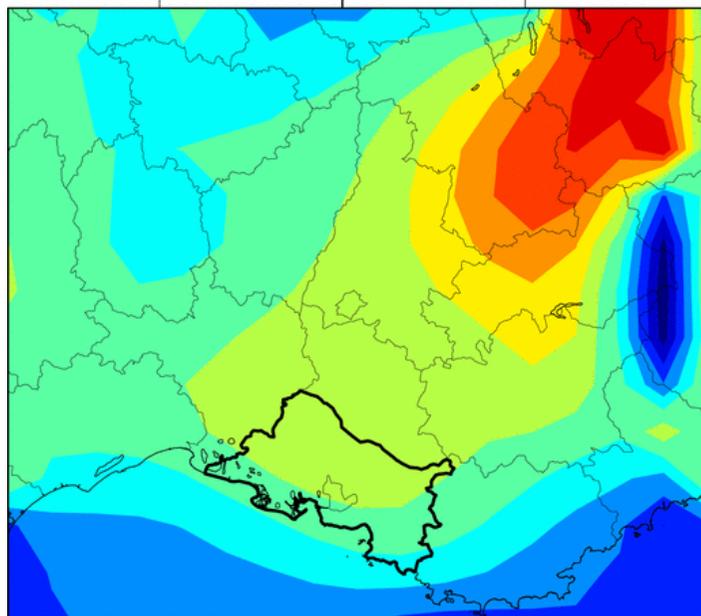
- Mediane projection: **15** (DMI-HIRHAM5/ARPEGE-Météo France)
- Regional models : **3, 7, 12, 13**  
HadRM3Q3/HadCM3Q3 SMHI/BCM ETHZ/HadCM3Q0 DMI-HIRHAM5/BCM
- Scenario : **A1B**
- Time-horizons : **2020-2040, 2040-2060, 2070-2090**
- Spatial domain:
  - **Maps : larger domain**
  - **Graphs: territory limits**



- Maps
- But also...*
- Tables and graphs



Temp changes  
2020-2040 versus 1961-1990  
Median projection



Multi models tables  
4 periods: 61-90; 2030; 2050; 2080

1. T Annuel	1961-1990	2030		2050		2080	
	<b>16</b>	<b>1.3</b>		<b>2.2</b>		<b>2.8</b>	
		0.6	1.7	1.4	2.4	2.3	3.5
		1.7	0.51	2.6	1.4	3.5	2.1
1. T Hiver	1961-1990	2030		2050		2080	
	<b>9.1</b>	<b>1.2</b>		<b>2.1</b>		<b>1.7</b>	
		0.99	1.9	2.1	2.6	2.4	3.6
		1.5	0.85	2.3	1.9	2.9	2
1. T Printemps	1961-1990	2030		2050		2080	
	<b>14</b>	<b>1</b>		<b>2.1</b>		<b>2.5</b>	
		0.69	1.3	1.3	2.2	2.3	2.9
		1.6	0.49	2.2	1.3	2.8	2
1. T Ete	1961-1990	2030		2050		2080	
	<b>25</b>	<b>1.6</b>		<b>2.7</b>		<b>4</b>	
		0.38	2.1	1.2	2.7	2.6	4.2
		2.2	0.5	3.5	1.4	4.3	2.6
1. T Automne	1961-1990	2030		2050		2080	
	<b>18</b>	<b>1.4</b>		<b>2</b>		<b>2.8</b>	
		0.33	1.5	0.97	2	2	3.4
		1.6	0.22	2.6	0.92	4.2	1.8



- 
- **Methods of selection of projections** within multimodel ensembles (ENSEMBLES data base or other, like CMIP5 or Cordex)
  - **Consultative process**, associating the clients (choice of models, choice of indicators)
  - **Graphic representation** allowing
    - Communication
    - Synthesis
    - Representation of uncertainty

## ***2.3 Results : climate futures of the Region***



## Robustness of results



	2020-2040	2040-2060	2070-2090
Temp	Significant trends (Green)		
Precip (annual)	No significant trends (Orange)	Trends vary depending on seasons/models (Yellow)	
Wind	No significant trends (Orange)		
Humidity	No significant trends (Orange)		
<b>Specific indicators</b>			
Number of days (T>35)	Significant trends (Green)		
Maximal daily precipitations	No significant trends (Orange)		
Days with precipitations(PR≥1mm)	Trends vary depending on seasons/models (Yellow)		Significant trends (Green)



Significant trends

No significant trends

Trends vary depending on seasons/models

# Towards a warmer climate...



...En 2030 (2020-2040) : **+1.3 °C**

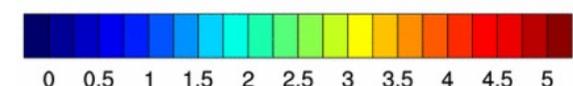
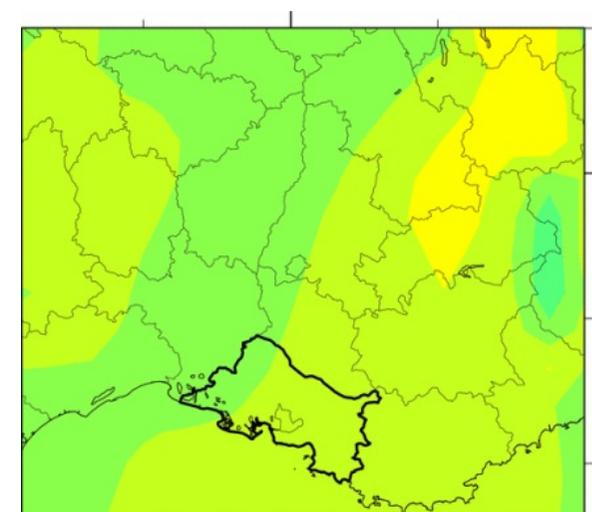
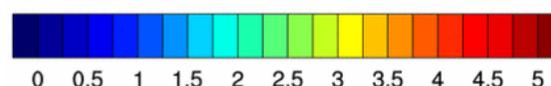
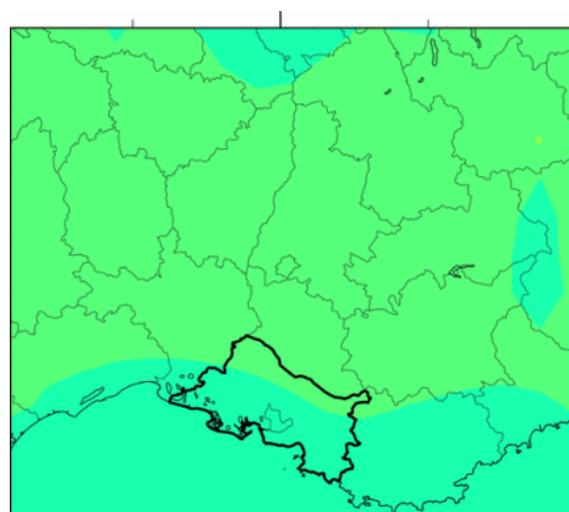
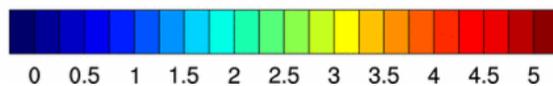
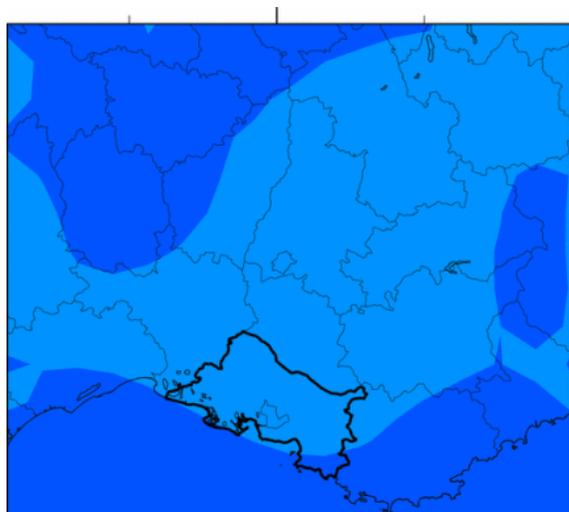
0,6	1,7
1,7	0,51

...En 2050 (2040-2060) : **+2.2 °C**

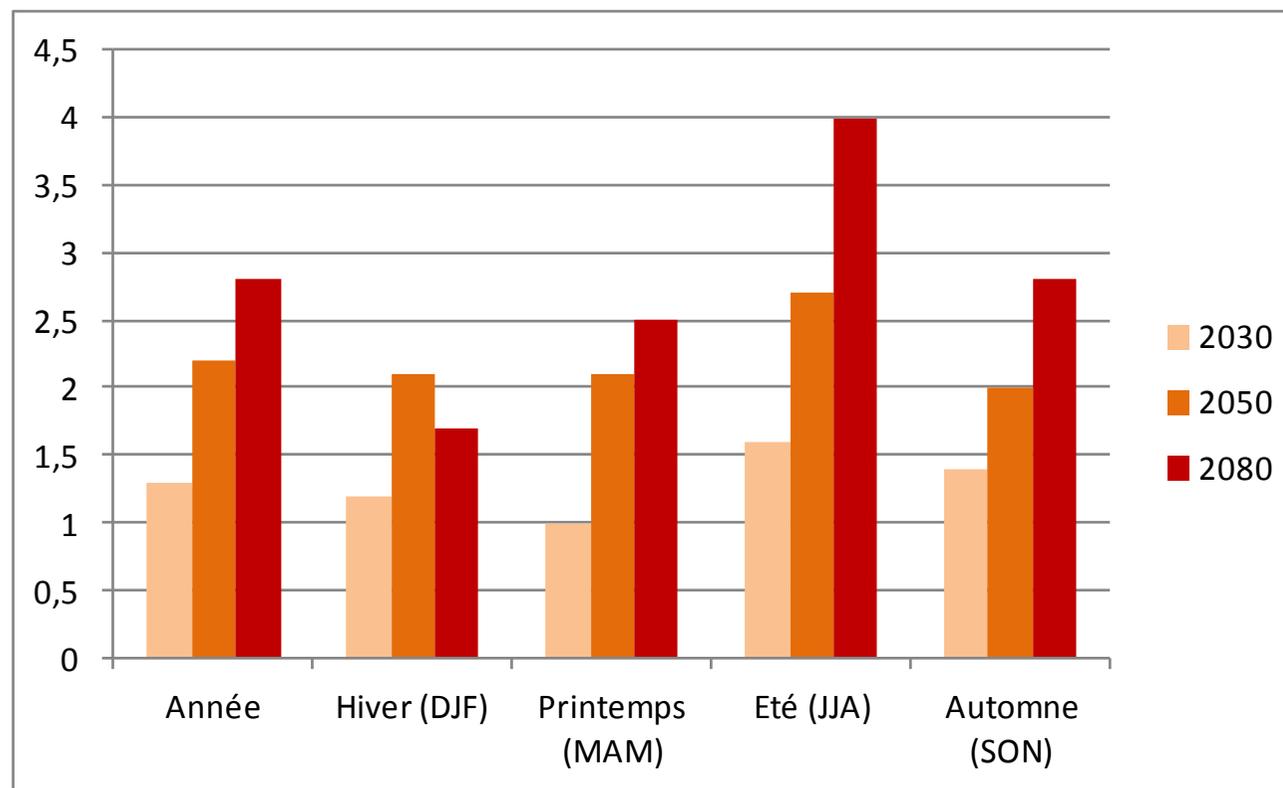
1,4	2,4
2,6	1,4

...En 2080 (2070-2090) : **+2.8 °C**

2,3	3,5
3,5	2,1

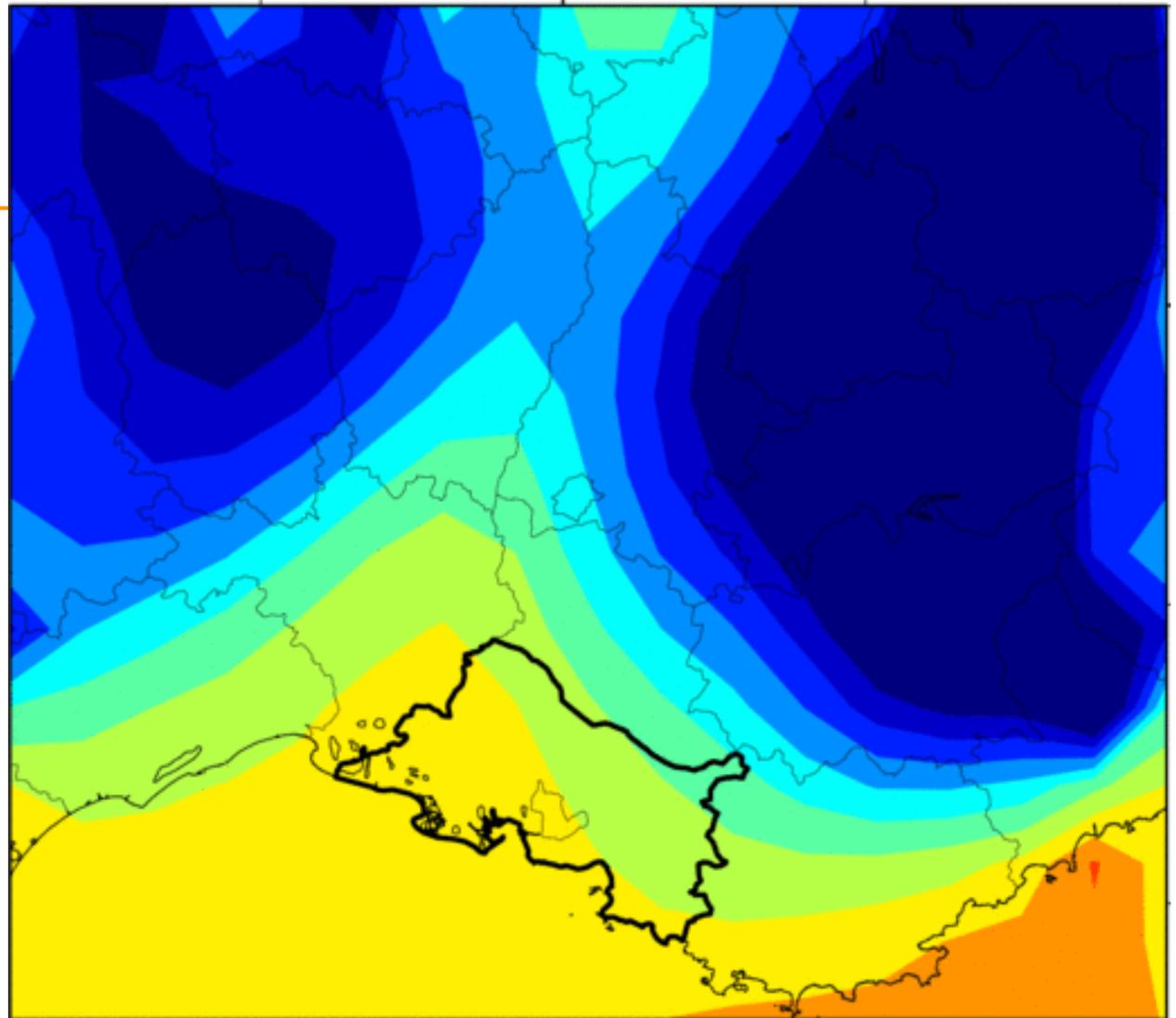


Changement de température moyenne annuelle aux horizons 2030, 2050 et 2080, projection de référence  
Ecart (en °C) à la période de référence 1961-1990

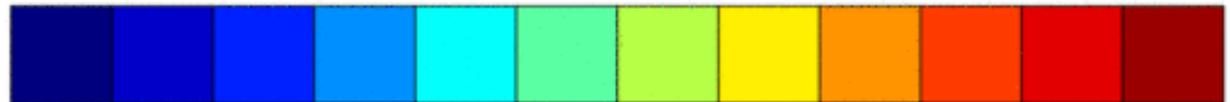


Changement de température moyenne aux horizons 2030, 2050 et 2080, projections de référence  
Ecart (en °C) à la période de référence 1961-1990 / Données annuelles et saisonnières

Evolution des  
températures moyennes  
(en °C)  
de 1961 à 2100



1961



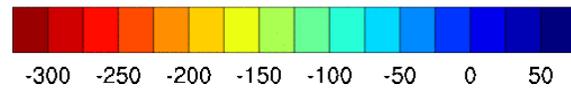
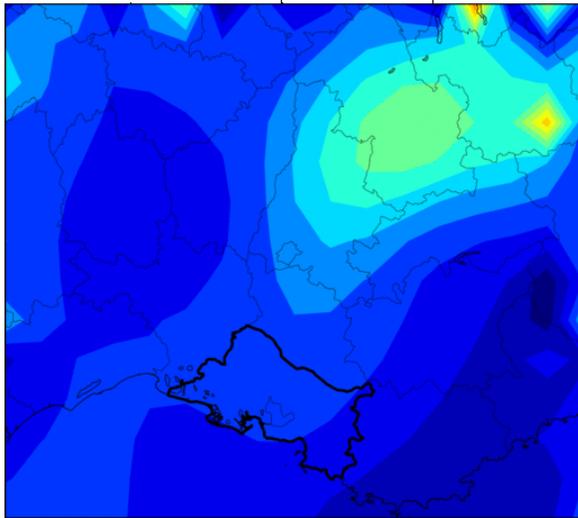
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

# ...not necessarily drier...



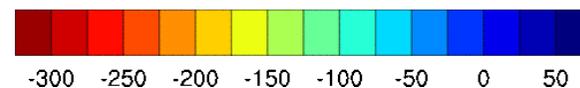
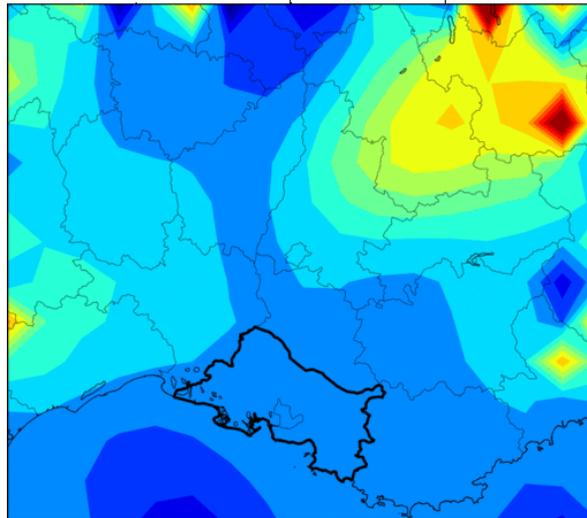
...En 2030 (2020-2040) : **-7,4 mm**

-69	-8,3
5	-60



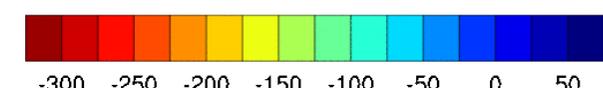
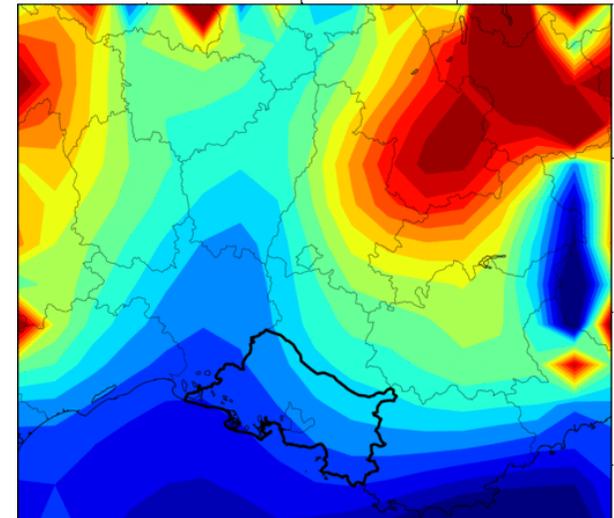
...En 2050 (2040-2060) : **-42 mm**

-41	-50
-46	-22



...En 2080 (2070-2090) : **-24 mm**

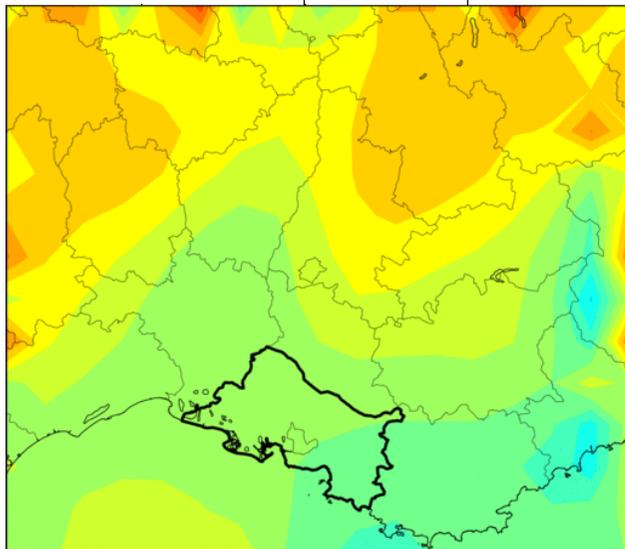
-74	-6
2	-81



Evolution du cumul de précipitation annuel, projection de référence  
*Ecart (en mm) à la période de référence 1961-1990*

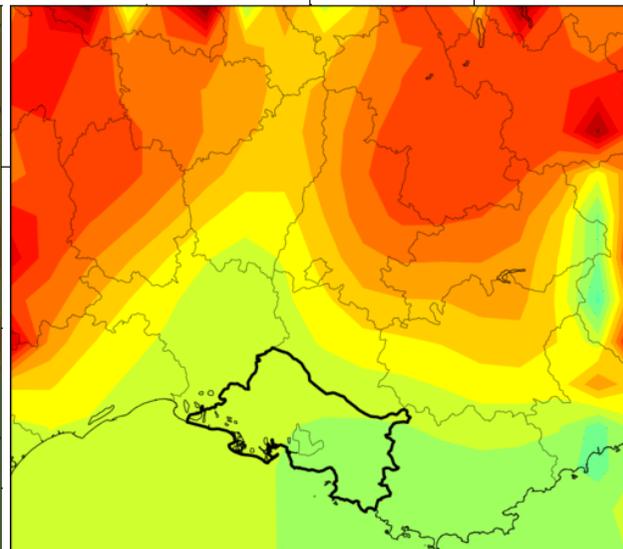
...En 2030 (2020-2040) : -0,1 jour

-4,1	-1,5
-6,9	-5,9



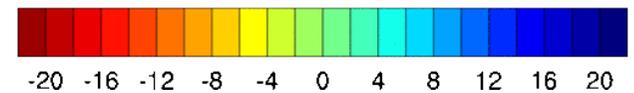
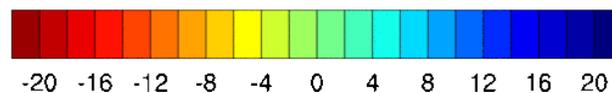
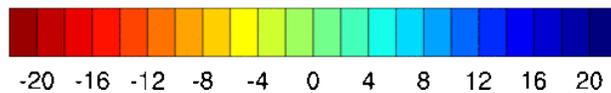
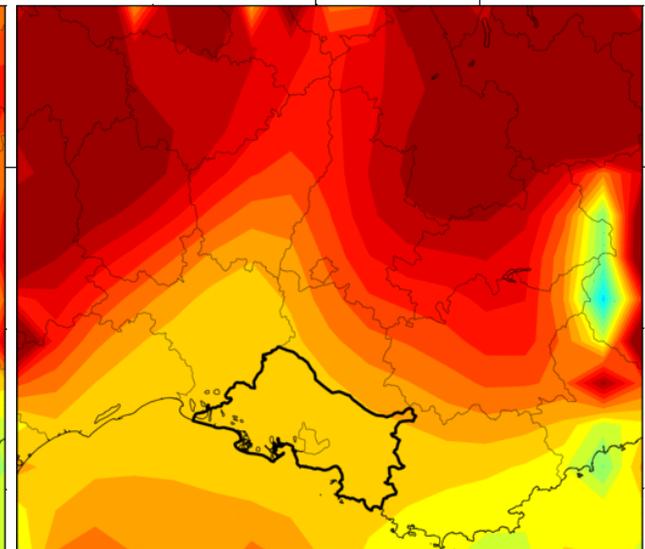
...En 2050 (2040-2060) : - 2 jours

-5	-7,4
-9	-5



...En 2080 (2070-2090) : - 5,5 jours

-8	-6
-9	-10



Evolution du nombre de jours de pluie annuels aux horizons 2030, 2050 et 2080, projection de référence  
*En écart (en nombre de jours) à la période de référence*

## Summer with more heat waves, and drier



La saison la plus exposée au réchauffement

**Un signal clair à la hausse des canicules** (doublement à court terme et triplement à moyen terme pour la projection de référence des canicules)

**L'arrière pays** serait plus impacté que le littoral

**Une tendance à l'amplification des sécheresses estivales** : Diminution du volume de précipitations, augmentation du nb de jours secs consécutifs (entre +1 et +27 jours en 2050 / entre + 3 et +25 jours en 2080)

1961-1990	2030		2050		2080	
12	0	3,7	0	6,1	0,079	9,9
	5,1	0	11	0	16	0,026

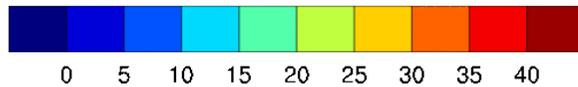
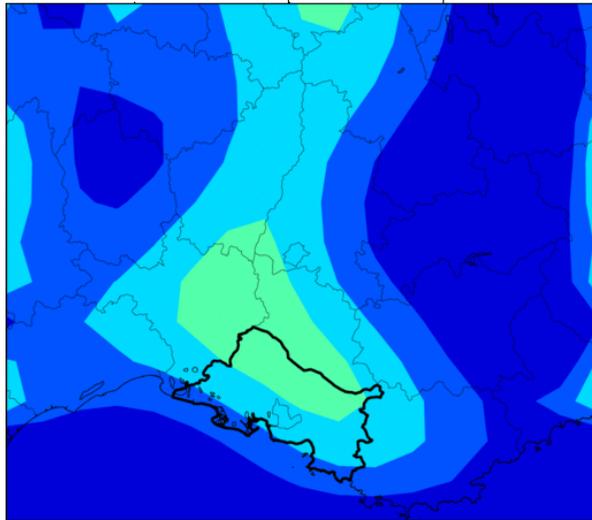
Evolution de l'indice de vigilance canicule aux horizons 2030, 2050 et 2080, toutes projections  
Ecart (en nombre de jours) à la période de référence 1961-1990 / Données saisonnières

# More frequent temperatures extremes



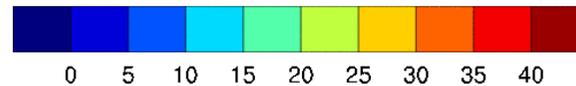
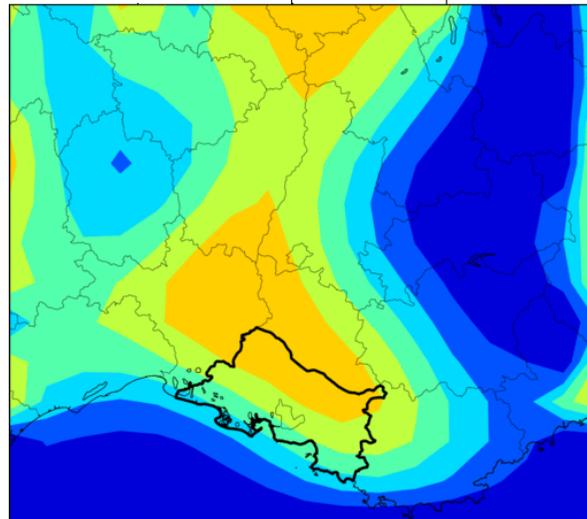
...En 2030 (2020-2040) : **+15 jours**

0	12
14	0,53



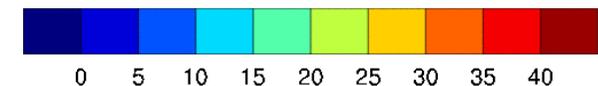
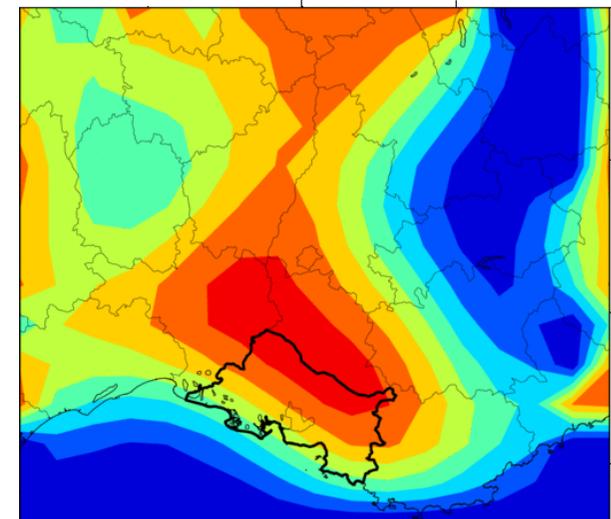
...En 2050 (2040-2060) : **+25 jours**

0	15
25	1,3



...En 2080 (2070-2090) : **+32 jours**

0,14	30
30	2,5



Evolution du nombre de jours annuel où la température est supérieure à 35°C, projection de référence  
Ecart (en nombre de jours) à la période de référence 1961-1990

**Une augmentation des températures** moins marquée qu'en automne

**Une diminution de la fréquence et du volume de précipitation à partir de 2050 :**  
entre -10 et -41% à cet horizon, entre -3% et -45% à l' horizon 2080.

Un signal faible à l' augmentation du nombre **de jours secs consécutifs**

1961-1990	2030		2050		2080	
<b>29</b>	<b>-0,59</b>		<b>1,9</b>		<b>5,9</b>	
	1,2	0,58	2,9	1,6	4,9	0,94
	1,3	1,1	3,9	0,48	4,2	3,1

Evolution du nombre de jours secs consécutifs aux horizons 2030, 2050 et 2080, toutes projections  
Ecart (en nombre de jours) à la période de référence 1961-1990 / Données printemps

## Autumns more extremes



**Un réchauffement plus rapide que le printemps, des canicules à prévoir (entre 0 et 4 jours en 2030 et 2040, jusqu' à +5 jours en 2080)**

**Une baisse de la fréquence des pluies mais pas de signal quant au volume des précipitations**

**Une élévation légère des précipitations intenses en fin de siècle, sensiblement plus marqué pour les plus extrêmes**

1961-1990	2030		2050		2080	
2	0,47		-0,085		0,94	
	-0,016	-0,31	0,75	0,19	0,56	0,63
	1,2	0,037	0,85	1,6	1,4	0,26

Evolution du nombre de très fortes précipitations aux horizons 2030, 2050 et 2080, toutes projections  
Ecart (en nombre de jours) à la période de référence 1961-1990 / Données automne

## Une élévation moins marquée des températures moyennes

Pas de tendance significative **sur le volume ni sur la fréquence des précipitations hivernales**

**Des incertitudes sur les pluies extrêmes** (tendance à l'élévation pour 3 modèles sur 4)

**Un risque de gel qui s'affaiblit mais qui peut masquer une variabilité interannuelle**

1961-1990	2030		2050		2080	
1,4	0,29	1,3	0,14	0,92	0,17	1,8
	0,38	1,3	-0,085	0,92	-0,095	1,8
	0,55	0,5	0,13	0,24	0,43	0,25

Evolution du nombre de très fortes précipitations aux horizons 2030, 2050 et 2080, toutes projections  
Ecart (en nombre de jours) à la période de référence 1961-1990 / Données hiver

**Pas de tendance sur la vitesse moyenne et les extrêmes de vent selon nos projections.**

Certains travaux de recherche approfondis (CERFACS) convergent vers :

- En hiver : **des tendances significatives mais plutôt faible de baisse de la vitesse du vent et des extrêmes dès 2050**
- En été : **une baisse du vent moyen significative mais de faible intensité à partir de 2080 avec une hausse des flux du Nord**

**Pas de signal quant aux tempêtes.**

## ***2.3 Results : vulnerability assessment***



# Spatial planning and construction



Characteristics	Current vulnerability	Mission of the local authority	Future vulnerability
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Département le plus peuplé de France</li> <li>• Urbanisation/ artificialisation très importante</li> <li>• Répartition inégale</li> <li>• Logement ancien et qualité énergétique moyenne</li> <li>• Grands projets surtout en zones urbanisées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Episodes d'inondations : nombreux dégâts en zones inondables</li> <li>• Adaptation insuffisante des bâtiments aux pluies torrentielles</li> <li>• Pas d'impacts notable de fortes chaleurs</li> <li>• Phénomène de retrait-gonflement des argiles : surtout dans l'est du département</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de leviers contraignants du CG sur l'aménagement/urbanisme</li> <li>• Patrimoine bâti CG contraint par les normes</li> <li>• Focus sur la précarité énergétique dans l'action du CG</li> <li>• PPRI en cours (Etat)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausse des températures : l'évolution des problématiques pour le bâtiment et l'urbanisme vers la prise en compte de la chaleur (îlot de chaleur urbain)</li> <li>• Hausse des besoins de refroidissement (fort enjeu en lien avec l'atténuation)</li> <li>• Intensification des sécheresses : vers une aggravation des instabilités de terrain</li> <li>• Pluies torrentielles et inondations : aggravation probable à LT</li> </ul>

Characteristics	Current vulnerability	Mission of the local authority	Future vulnerability
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% de la surface du département, en diminution</li> <li>• Agriculture la plus diversifiée de France</li> <li>• Fruits et légumes</li> <li>• Des produits spécifiques et/ou emblématiques</li> <li>• Une irrigation traditionnelle très prégnante, dépendance extra-départementale en adduction d' eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution de la phénologie et des espèces déjà constatée</li> <li>• Des cultures sensibles aux événements extrêmes</li> <li>• Des inondations surtout dans l' ouest</li> <li>• Pas d' impacts notable des fortes chaleurs</li> <li>• Bonne résistance à la sécheresse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régime des calamités agricoles</li> <li>• Programme hydraulique</li> <li>• Travaux sur la gestion de l' irrigation</li>   <li>• Plan Rhône en cours (Etat)</li> <li>• Beaucoup de travaux de recherche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus chaud et plus sec :               <ul style="list-style-type: none"> <li>– pression accrue sur le dispositif d' irrigation</li> <li>– risque accru pour l' élevage (fourrage)</li> </ul> </li> <li>• Beaucoup d' incertitudes sur les évolutions des rendements (effet CO2 à court terme?) et de la phénologie</li> <li>• Les événements extrêmes provoquant destructions et pertes de récoltes restent d' actualité</li> <li>• Diminution du risque de gel</li> </ul>

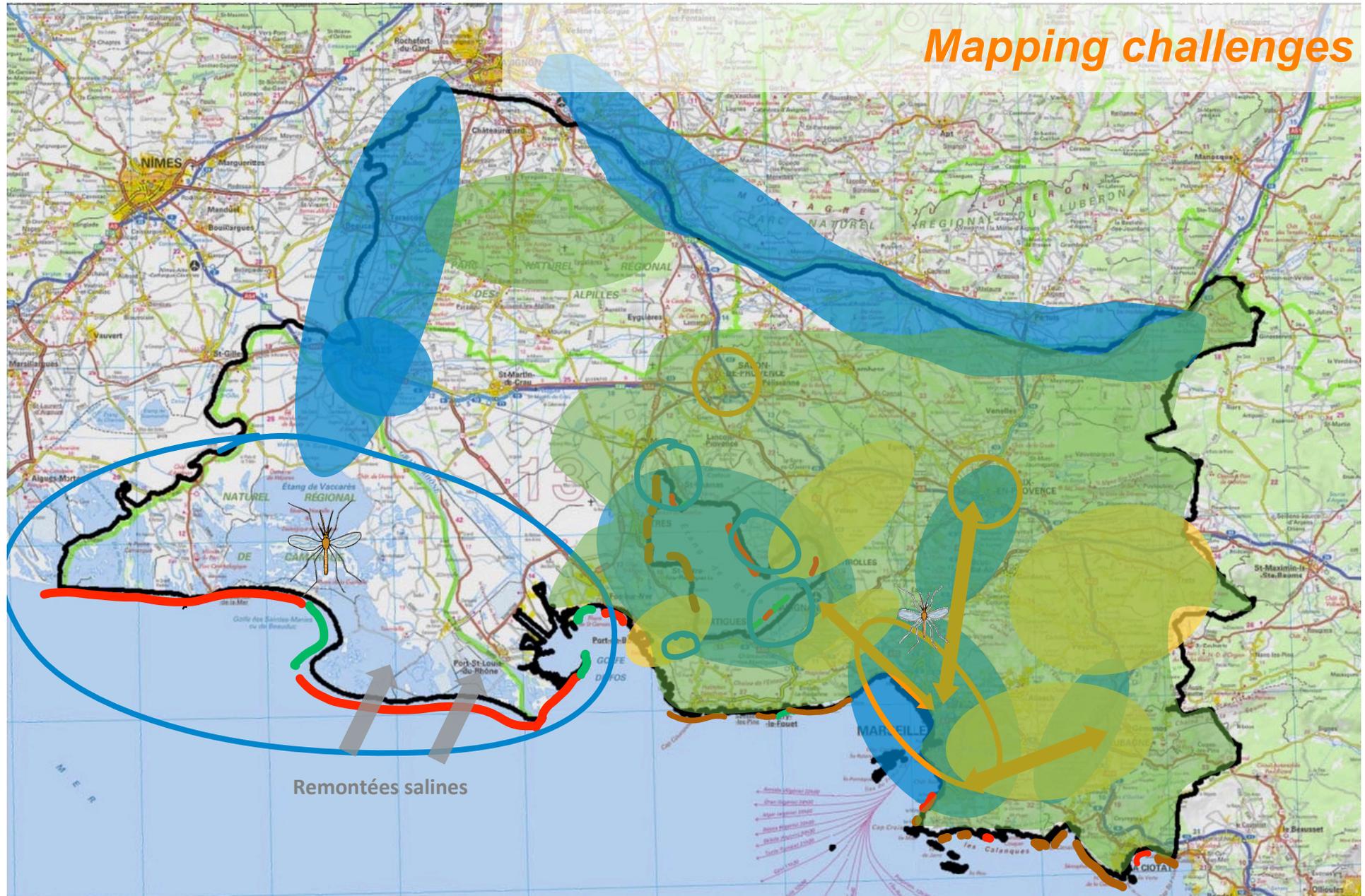
# Biodiversity and forests



Characteristics	Current vulnerability	Mission of the local authority	Future vulnerability
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richesse de la biodiversité avec présence de nombreuses espèces remarquables et endémiques.</li> <li>• Milieux naturels de types différents, nombreux espaces naturels classés et/ou protégés.</li> <li>• Fragmentation des habitats</li> <li>• Risque incendie important</li> <li>• Des forêts en expansion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrivée d'espèces non locales voire invasives</li> <li>• Modification des aires de répartition des espèces</li> <li>• Récurrence des feux de forêt</li> <li>• Diminution des ressources en eau, baisse des étiages estivaux et donc concentration des polluants</li> <li>• Phénomène des remontées salines</li> <li>• Modification de la phénologie des espèces</li> <li>• Réduction ou extinction locales de certaines populations</li> <li>• Impacts des phénomènes extrêmes (incendies, mouvements de terrain, inondation, canicule,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménagement, entretien des cours d'eau, lacs et plans d'eau domaniaux transférés au Département</li> <li>• Elaboration et mise en œuvre d'une politique de protection, gestion et d'ouverture au publics des Espaces Naturels Sensibles (ENS).</li> <li>• Gestion des Parcs et Domaines départementaux</li> <li>• Mise en place de trames verts et bleues</li> <li>• Financement des Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS)</li> <li>• Compétences énergie qui vise le développement entre autres de la filière biomasse (et bois énergie)</li> <li>• Association des collectivités à la politique ENS</li> </ul>	<p>Renforcement des feux de forêt et risque de dépérissement à LT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Translation des aires de répartition des espèces</li> <li>• Disparition d'espèces locales</li> <li>• Renforcement du phénomène de remontées salines et modification des écosystèmes littoraux</li> <li>• modification de la phénologie des espèces</li> <li>• développement des espèces invasives (sur arbres stressés/ milieux aquatiques)</li> <li>• Des effets sur la productivité des forêts (effet CO2 puis facteurs limitant)</li> <li>• Risque d'eutrophisation accru</li> <li>• Des risques dépendant des usages futurs</li> </ul>

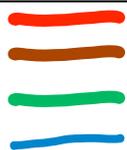
Characteristics	Current vulnerability	Mission of the local authority	Future vulnerability
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressource importante mais inégalement répartie, important morcellement</li> <li>• De nombreux usages</li> <li>• Un équilibre fragile</li> <li>• Des fluctuation saisonnières</li> <li>• Des aquifères alluviaux minoritaires fournissant 60% de la demande et des aquifères karstiques peu exploités</li> <li>• Des problèmes de qualité et de pollution</li> <li>• Importance de l'hydroélectricité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diminution de la ressource dans un contexte de pression accrue</li> <li>• dégradation de la qualité due aux faibles débits d'été</li> <li>• Phénomène de salinisation des eaux souterraines littorales</li> <li>• Des crues de forte intensité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une politique volontariste du CG</li> <li>• Aides aux communes et syndicats intercommunaux</li> <li>• Des études dont le projet Karsteau</li> <li>• Mise en œuvre de schémas départementaux et de plans de gestion : Schéma départemental d'alimentation en eau potable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• risque de conflits d'usage</li> <li>• Risque de dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraine (étiages accrus/hausse érosion)</li> <li>• Intensification des phénomènes extrêmes (inondation et déficits sévères)</li> <li>• Diminution de la ressource locale (pluviométrie et apport externe)</li> <li>• Tension sur l'hydroélectricité</li> </ul>

# Mapping challenges



Remontées salines

Coastal erosion - sand  
 Coastal erosion - rock  
 Sandy coast increasing  
 Marine submersions



Urban heat air  
 pollution

Floods

Natural  
 hazards

Forest fires

# Towards synthetic representations



Projection froide	2030	2050	2080			
Projection médiane		2030	2050	2080		
Proj. chaude et sèche		2030	2050	2080		
Hausse T°	0,5	1	1,5	2	2,5	3

<b>Aménagement du territoire / urbanisme et bâtiment</b>	Impact des inondations sur les infrastructures et cadre bâti
	Impact de la chaleur sur le bâti et les infrastructures (îlot de chaleur urbain)
	Besoins en refroidissement des bâtiments
	Besoins de chauffage des bâtiments
	Dégâts causés au bâti par les mouvements de terrain (retrait gonflement argile)
<b>Risques naturels</b>	Endommagement des infrastructures en raison de tempêtes
	Risque de feux de forêt
	Risque inondation (crues torrentielles, crues de plaine etc.)
	Risque submersion marine
<b>Ressources en eau</b>	Risque de mouvements terrain (retrait gonflement d'argile, etc.)
	Abaissement des apports externes, risque de conflits d'usages
	Risque d'étiages et d'assecs
	Abaissement des nappes souterraines
	Dégradation de la qualité des eaux de surface et eutrophisation
	Pollution des nappes consécutive au lessivage des sols
	Salinisation des nappes et eaux de surface en lien avec remontée du biseau salé

vulnérabilité très forte
vulnérabilité forte
vulnérabilité moyenne
vulnérabilité faible /incertaine
opportunité

Projection froide	2030	2050	2080				
Projection médiane	2030		2050	2080			
Proj. chaude et sèche	2030		2050	2080			
Hausse T°	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5

<b>Mer et littoral</b>	Risque d'érosion en lien avec les tempêtes et vents (plages, côtes rocheuses)
	Risque submersion marine
	Modification et dégradation de la biodiversité marine
	Episodes de maladies et de prolifération
	Impacts sur les activités économiques du littoral (pêche, tourisme)
<b>Transports et infrastructures</b>	Dégâts aux infrastructures liés aux fortes chaleurs
	Perturbations des transports consécutives aux inondations
	Dégâts liés aux mouvements de terrain (retrait-gonflement d'argile)
	Inconfort thermique dans les transports
	Pollution de l'air et mesures de restriction des transports
	Dégâts aux infrastructures portuaires
<b>Energie</b>	Intégrité du réseau de production /vulnérabilité de l'approvisionnement
	Dégâts et perturbations de la distribution liés aux événements extrêmes
	Consommation énergétique liée au besoin de refroidissement
	Consommation énergétique liée au besoin de chauffage
	Hausse des pics de consommation estivaux
	Modification du potentiel de production photovoltaïque et éolien
Potentiel de croissance forestière et tension sur la production énergétique	
<b>Biodiversité et forêts</b>	Translation des aires de répartition (grave pour la production de bois)
	Risques de feux de forêt, de stress hydrique et de dépérissement
	Disparition des habitats, effets d'entraînement
	Variation de la production de bois
	Menaces sanitaires (augmentation fréquence des pullulations, invasions)
	Dégradation des milieux aquatiques

vulnérabilité très forte
vulnérabilité forte
vulnérabilité moyenne
vulnérabilité faible /incertaine
opportunité

Projection froide	2030	2050	2080				
Projection médiane	2030		2050		2080		
Proj. chaude et sèche	2030		2050		2080		
Hausse T°	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5

<b>Agriculture</b>	Dégâts aux cultures liés au froid (gel, gel tardif, grêle etc.)
	Dégâts aux cultures liés aux événements aux extrêmes de températures et baisse des apports en eau pour l'irrigation
	Dégâts aux cultures liés aux extrêmes de précipitations et inondations
	Productivité des cultures et accroissement des températures
	Vulnérabilité des élevages aux fortes chaleurs (manque de fourrage etc.)
	Effet des remontées salines sur l'irrigation pour la riziculture
	Menaces sanitaires (augmentation fréquence des pullulations, invasions)
<b>Tourisme</b>	Modification de la saisonnalité
	Menaces sanitaires liées aux fortes chaleurs
	Limitation de l'accès aux massifs en raison de feux de forêt
	Mutations des paysages et ressources touristiques
	Dégradation de l'image de la destination (en lien avec événements extrêmes)
<b>Santé et solidarités</b>	Risques sanitaires liées aux épisodes caniculaires
	Risques sanitaires liés au froid
	Risques sanitaires liés à la qualité de l'air (pollution à l'ozone)
	Menaces liées aux événements extrêmes (inondations etc.)
	Maladies allergènes et vectorielles
	Maladies hydriques et infectieuses

vulnérabilité très forte
vulnérabilité forte
vulnérabilité moyenne
vulnérabilité faible /incertaine
opportunité

## ***Cross-cutting issues, main challenges for adaptation***

---



### **Natural areas management**

Préservation de la biodiversité, maintien de l'attractivité, gestion de la forêt

### **More natural hazards**

Incendies, inondations, pluies torrentielles, retrait-gonflement des argiles

### **Managing summer heat**

Risques sanitaires, bâtiments et urbanisme, consommations énergétiques

### **Water management**

Gestion de l'irrigation, conflits d'usages, maintien de la qualité

### **Links mitigation/ adaptation**

Production d'énergie et EnR, précarité énergétique, déplacements et mobilités

### ***3. Using ENSEMBLES (lab)***



### ***3.1 The ENSEMBLES database***



- Large EU project
- High-resolution (25, 50 km) regional climate projections for Europe
- Multiple climate models to explore and quantify uncertainty
- Multiple general circulation models (GCMs), multiple regionalisation models
- Calibration with re-analysis data



## 1. Terms and conditions of use

ENSEMBLES data held in the main ENSEMBLES data centres are made available over the internet without charge for use in research, education and commercial work.

Users of ENSEMBLES data must publish their results based on using these data in open literature without any delay linked to other, e.g. commercial, objectives.

Users must submit a copy of their results based on these data to the data centre from which the data were obtained and to the partners who produced the data.

No redistribution of ENSEMBLES data for commercial re-use or reselling, however processed or derived, by any party who receives data from any ENSEMBLES participant is allowed.

Data must not be supplied as a whole or in part to any third party without the prior authorisation of the data manager of the data centre from which the data was obtained.

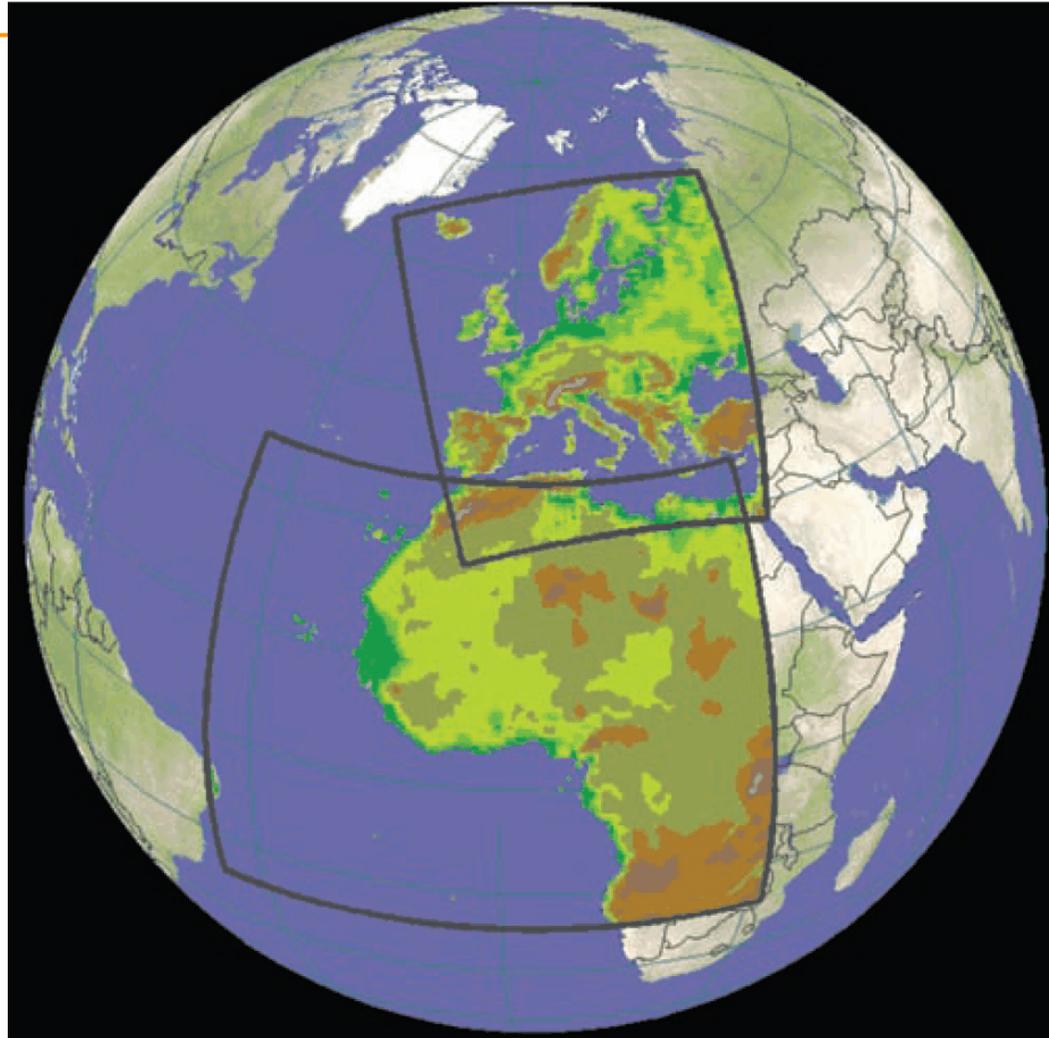
Users should help improve the quality of the data and its delivery by giving feedback where appropriate.

All data use, however small, derived or embedded, must be acknowledged, as in Section 2 below.

## 2. Acknowledgment

Articles, papers, or written scientific works of any form, based in whole or in part on ENSEMBLES data, will include the following acknowledgement: The ENSEMBLES data used in this work was funded by the EU FP6 Integrated Project ENSEMBLES (Contract number 505539) whose support is gratefully acknowledged.

Subsequent references can refer to the data in terms such as "ENSEMBLES data", "the ENSEMBLES dataset" or by the data's generic name which is from the "ENSEMBLES data archive".



Source: "ENSEMBLES:

Climate change and its impacts. Summary of research and

2011-2012 – Les effets des changements climatiques sur le territoire des Bouches-du-Rhône  
results from the ENSEMBLES project" (2009, p.47)

# ENSEMBLES: RCM-GCM



Table 5.1: The ENSEMBLES RCM simulations at 25 km resolution. Those simulations and institutions marked with an asterisk (\*) are outside of the contractual runs. For the METO-HC GCM, there are standard (std), low, and high sensitivity runs.

RCM	GCM	ERA40	METO-HC, Std	METO-HC, Low	METO-HC, High	MPIMET	IPSL	CNRM	NERSC	CGCM3	Total
METO-HC HadRM		1961–2002	1951–2100	1951–2100*	1951–2100*	1951–2100					4
MPIMET REMO		1961–2002				1951–2100	1951–2050*				2
CNRM ALADIN		1961–2002						1951–2050			1
DMI HIRHAM		1961–2002				1951–2100*		1951–2100	1951–2100*		3
ETH CLM		1961–2002	1951–2100								1
KNMI RACMO		1961–2002				1951–2100					1
ICTP RegCM		1961–2002				1951–2100					1
SMHI RCA3		1961–2002		1951–2100*		1951–2100*			1951–2100		3
UCLM PROMES		1961–2002	1951–2050	1951–2050							1
C4I RCA3		1961–2002			1951–2100*	1951–2050*					2
GKSS CLM		1961–2002					1951–2050*				1
Met.No HIRHAM		1961–2002	1951–2050						1951–2050*		1
CHMI ALADIN		1961–2002						1951–2050*			1
OURANOS* CRCM		1961–2002								1951–2050*	1
EC* GEMLAM		1961–2002									
VMGO* VMGO			1951–2050*								1
Total			3	3	2	7	2	3	3	1	25

Source: “ENSEMBLES:

Climate change and its impacts. Summary of research and

2011-2012 – Les effets des changements climatiques sur le territoire des Bouches-du-Rhône  
 results from the ENSEMBLES project” (2009, p.52)

## ENSEMBLES: regional projections

---



- 1951-2050, or 1951-2100
- Transient runs, not just pre-defined time slices
- For analysis, (30-year) time slices are still useful; individual years do not mean much
- But time slices can be defined at will
- Just 1 scenario: SRES A1B (not much difference between scenarios until 2050)

## ENSEMBLES: temporal resolution, variables

---



- Temporal resolution: monthly means, daily means (even 12 hourly, 6 hourly)
- Variables: a large number

### ***3.2 What do we ask ?***



- Selection of a spatial domain
- Representation of temp change and precip change on a grap (plots), for an Ensemble of GCM-RCM
- Selection of the mediane GCM-RCM projections
- Selection of 2 to 4 projections representing the Ensemble
- Representation of results

***Merci de votre attention***

