



Climatología de los viñedos en el contexto del cambio climático.

Hervé QuénoI
Para el equipo TERADCLIM

CNRS
herve.quenol@uhb.fr



Chillan, el 12 de noviembre de 2013



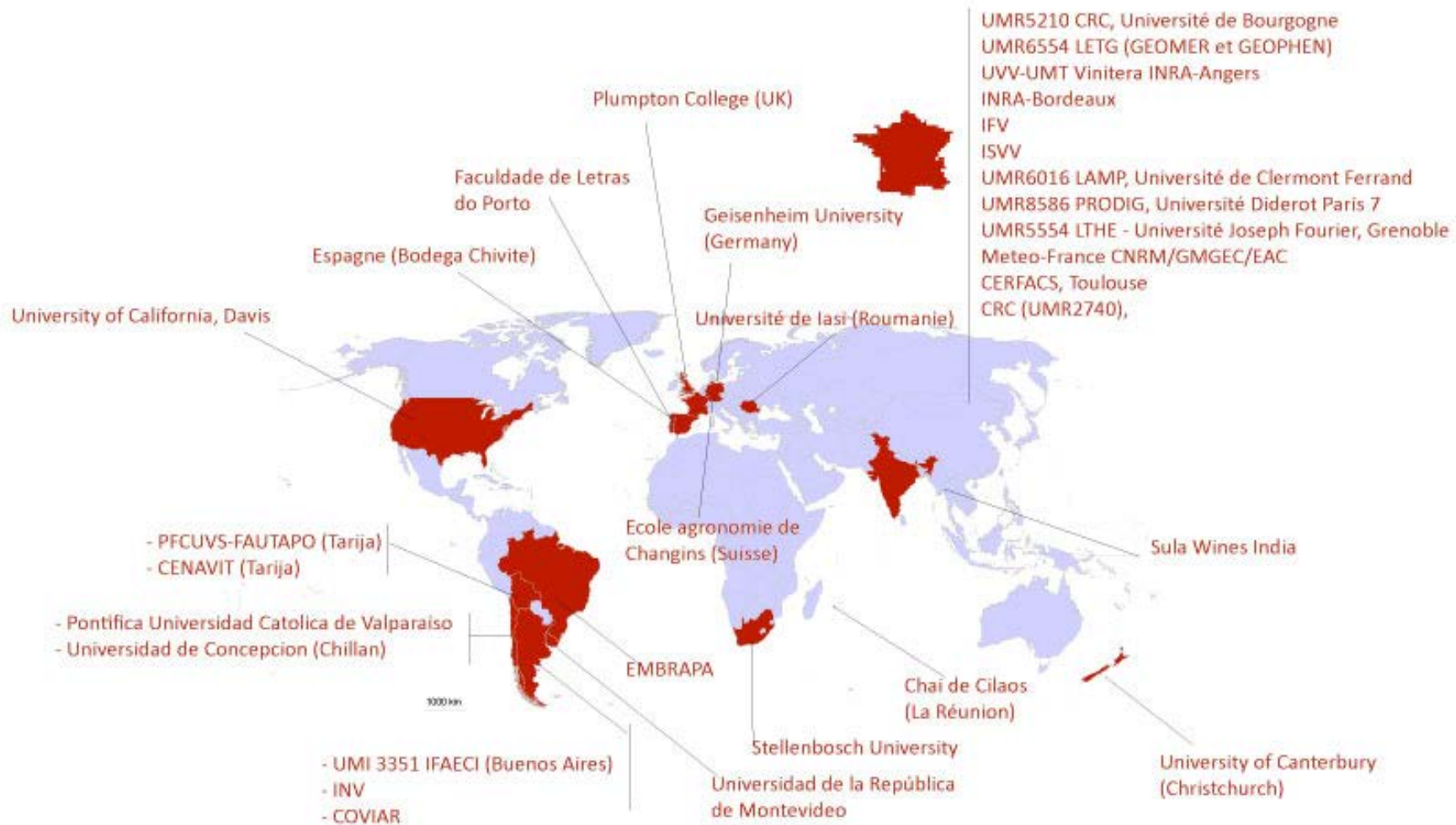
✓ **Programa internacional ANR-JC TERVICLIM (2008-2012)**
“Observación y modelización espacial del clima a la escala de los terruños vitícolas, en un contexto de cambio climático”

✓ **Programa GICC–TERADCLIM (2011-2013)**
“Adaptación de los terruños vitícolas al cambio climático”

Equipo pluridisciplinario e internacional : geógrafos-climatólogos, agrónomos, enólogos, modelizadores, físicos de la atmósfera, ...



Transferencia de la información con los viticultores



XXX collaborations TERVICLIM/TERADCLIM/...

Introducción

✓ Relaciones clima-vid

- Ciclo de la vid (fenología, ...)
- Riesgos
- Características de los vinos (alcohol, acidez, ...)

➔ Importancia de los factores locales: topografía, suelo, medio ambiente, distancia del mar o de un río, ...

Las características y la calidad de los vinos dependen de factores climáticos locales específicos a cada viñedo. Así una variabilidad fuerte y espacial del clima puede ser observada sobre pequeños espacios.

Contexto

- ✓ Evolución reciente del clima => Que impactos?
Para permitir la adaptación de las prácticas culturales
- ✓ Entonces las simulaciones del cambio climático no permiten tomar en consideración los efectos locales => demasiado amplio para la escala de los terruños

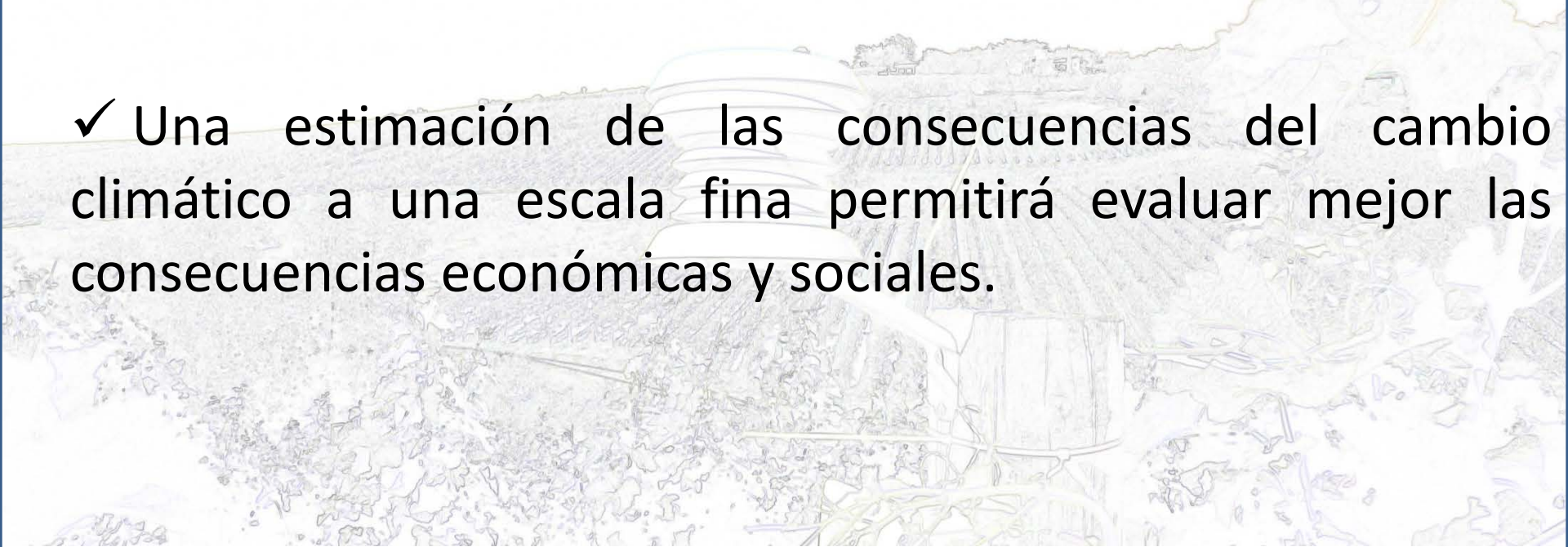
¿ Cómo evaluar y simular el impacto del cambio climático a la escala de un viñedo?

¿ Cómo adaptarse a la evolución actual y futura del clima?

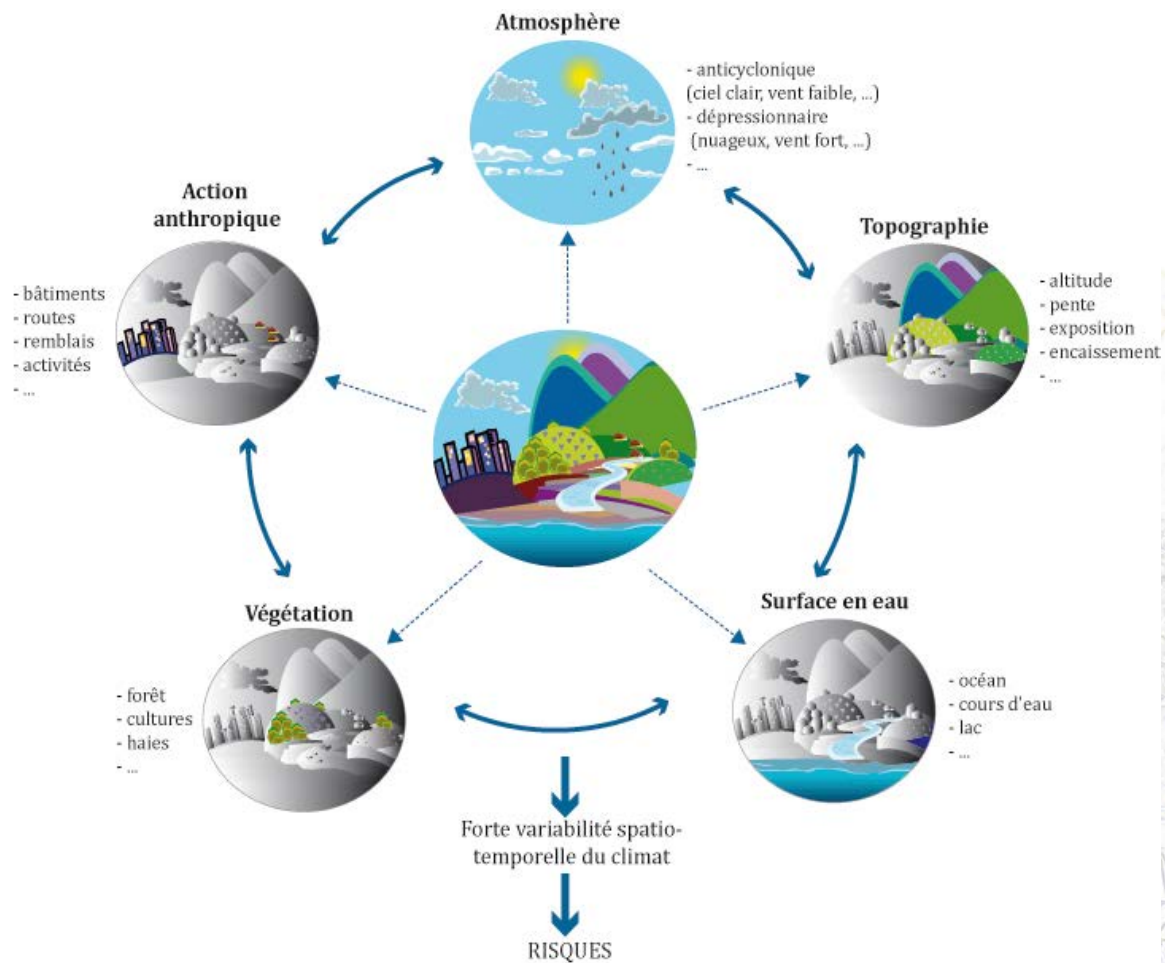
Objetivos

Una metodología de medidas (climáticas y agronómicas) y de modelización adaptada a las escalas locales.

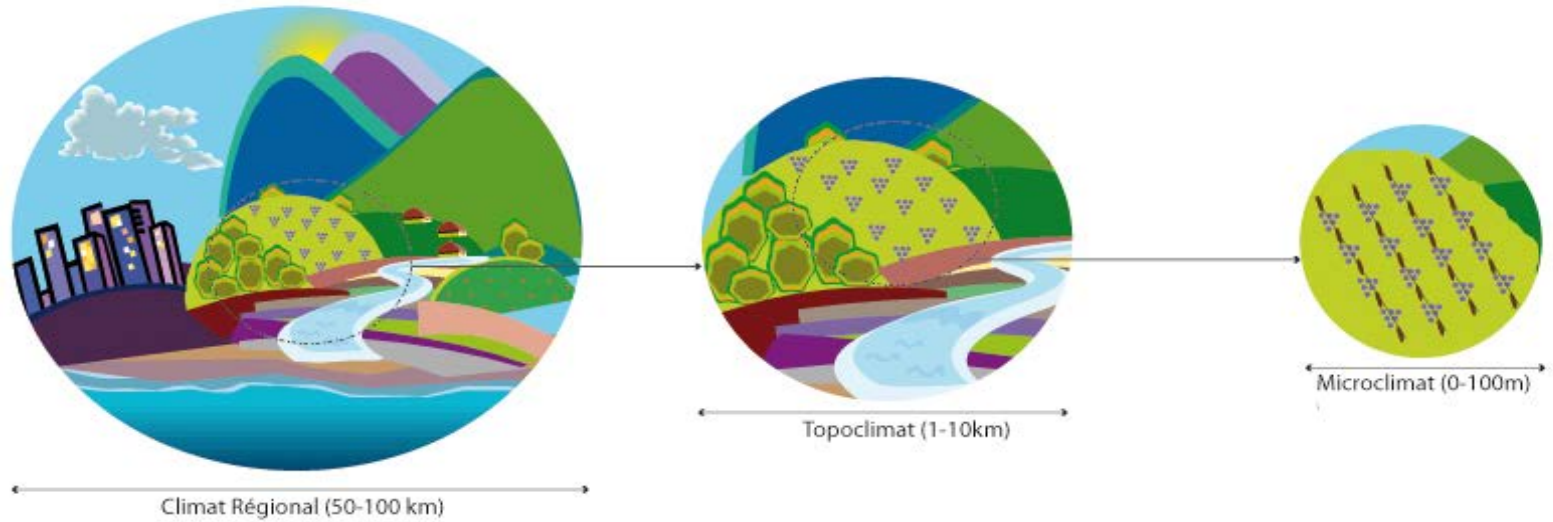
- ✓ Estudiar la variabilidad espacio-temporal actual del clima del viñedo.
- ✓ Una estimación de las consecuencias del cambio climático a una escala fina permitirá evaluar mejor las consecuencias económicas y sociales.



Una metodología sistémico...



Com escalas imbricadas

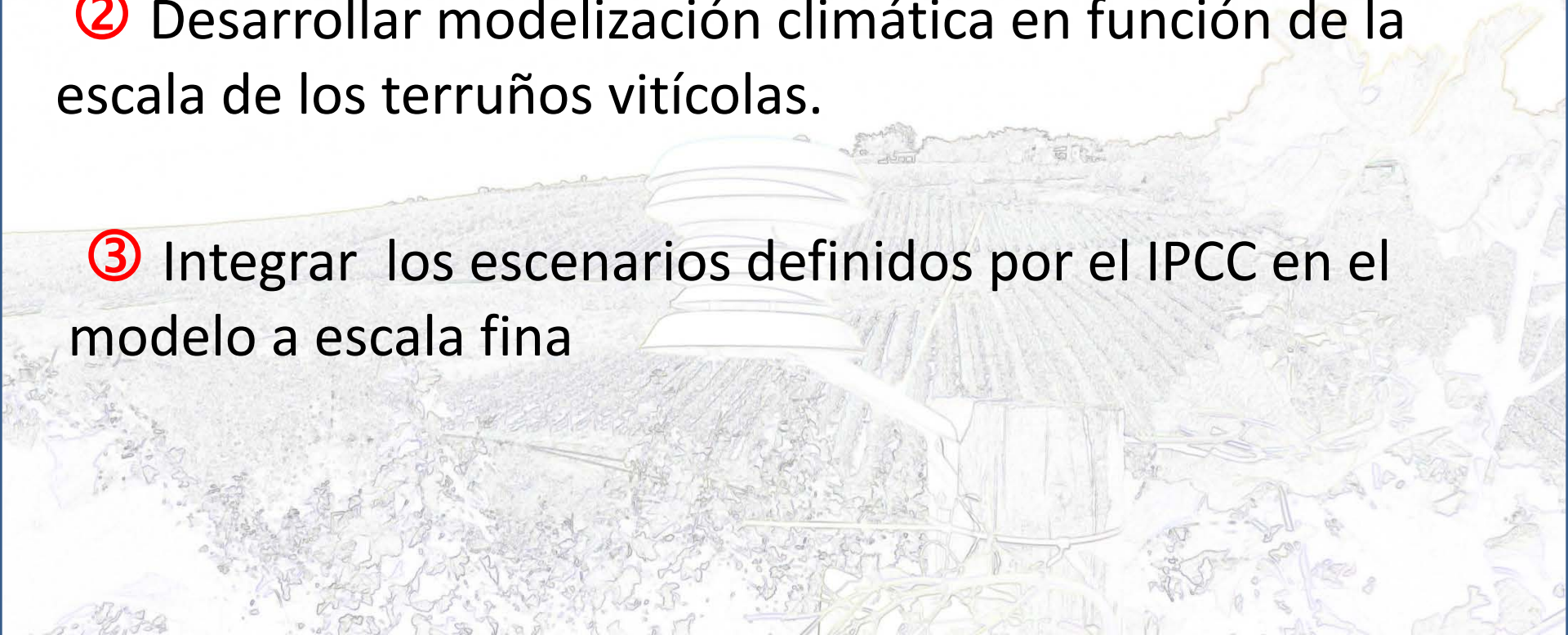


Metodología

① **Tomar** medidas agroclimáticas adaptadas a la escala de los terruños vitícolas

② Desarrollar modelización climática en función de la escala de los terruños vitícolas.

③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el modelo a escala fina



① Medidas agroclimáticas adaptadas a la escala de los terruños vitícolas

- Análisis estadísticos de los datos climáticos de las redes nacionales y regionales. Cálculos de índices bioclimáticos.
- Instalación de redes de medidas en los viñedos con las características locales (ex: pendiente, exposición, tipo de suelo)

→ Escalas espaciales integradas

- Observaciones agronómicas: variabilidad espacio-temporal
Clima / fenología / característica de los vinos







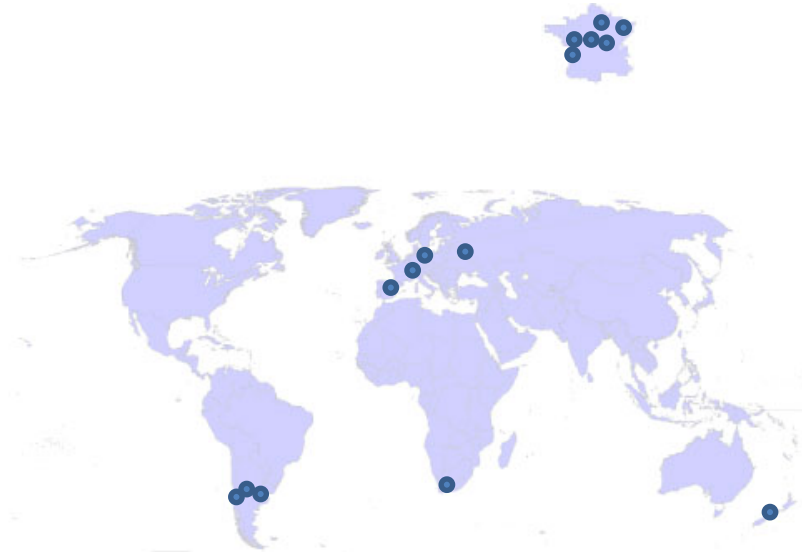
1HOUR

SURONEST

18 MAR 11 02:30 PM

① Os Resultados

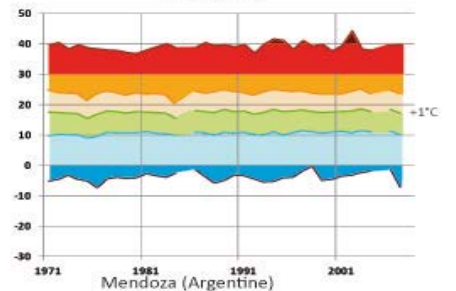
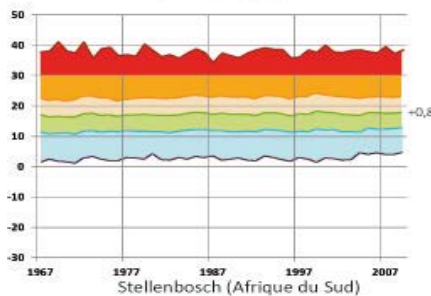
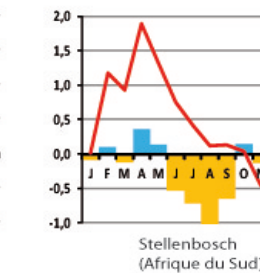
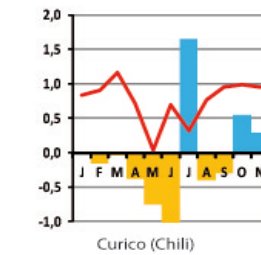
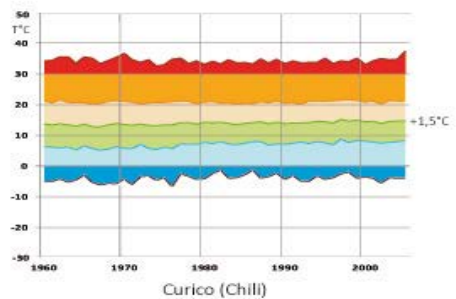
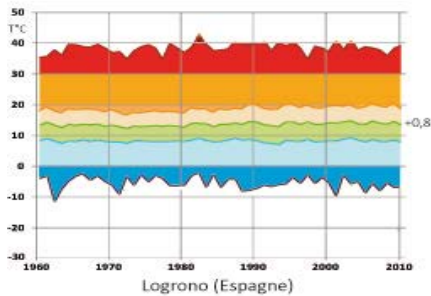
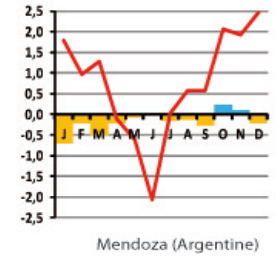
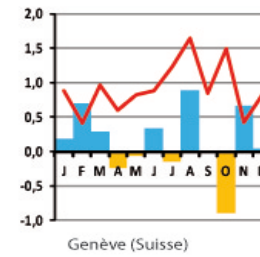
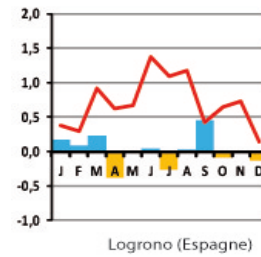
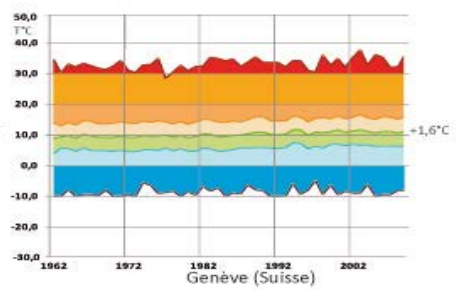
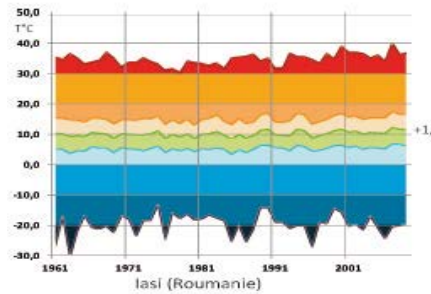
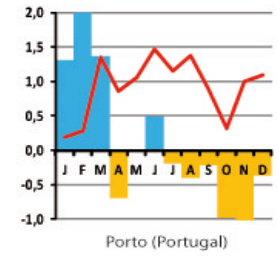
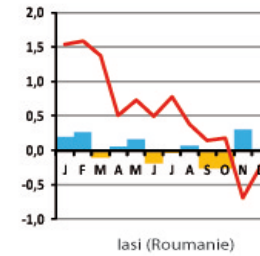
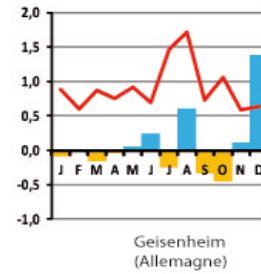
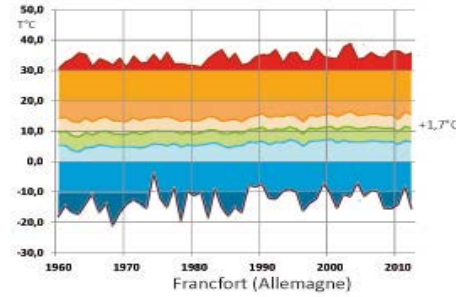
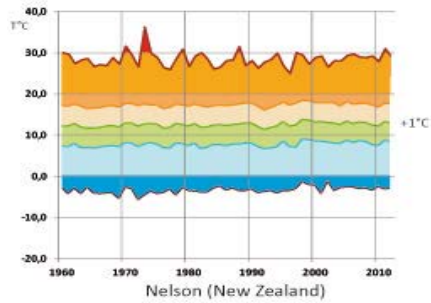
En la escala global



Station	Tn	Tx	Tmoy	Tn abs	Tx abs
Nelson (NZ)	+0,9°C	+0,4°C	+1°C	+1,2°C	+/-0
Franckfort (Allemagne)	+1,6°C	+1,9°C	+1,7°C	+4°C	+3,1°C
Iasi (Roumanie)	+1,2°C	+1,8°C	+1,5°C	+1,2°C	+2,8°C
Genève (Suisse)	+2°C	+2,2°C	+2°C	+1°C	+2,5°C
Logrono (Espagne)	+0,2°C	+2°C	+1°C	-1,2°C	+1,3°C
Curico (Chili)	+2,2°C	+0,1	+1°C	+1,4°C	+/-0
Stellenbosch (SA)	+1,1°C	+0,9°C	+1°C	+1,5°C	+/-0
Mendoza (Arg)	+0,8°C	+0,8°C	+1°C	+1,4°C	+1,2°C
Angers (Fr)	+1,4°C	+1,4°C	+1,2°C	+2°C	+3°C
Tours (Fr)	+1,8°C	+1,8°C	+1,8°C	+4,2°C	+2,6°C
Bordeaux (Fr)	+2,8°C	+2°C	+2,2°C	+3,4°C	+2,5°C
Strasbourg (Fr)	+1,8°C	+1,9°C	+2°C	+3,7°C	+2,2°C
Dijon (Fr)	+0,8°C	+1,8°C	+1,2°C	+1°C	+2°C
Reims (Fr)	+1,2°C	+1,8°C	+1,2°C	+2,7°C	+3°C

Evolution de la moyenne annuelle des températures minimales, maximales et moyennes de 1960 à 2010.

① Os Resultados



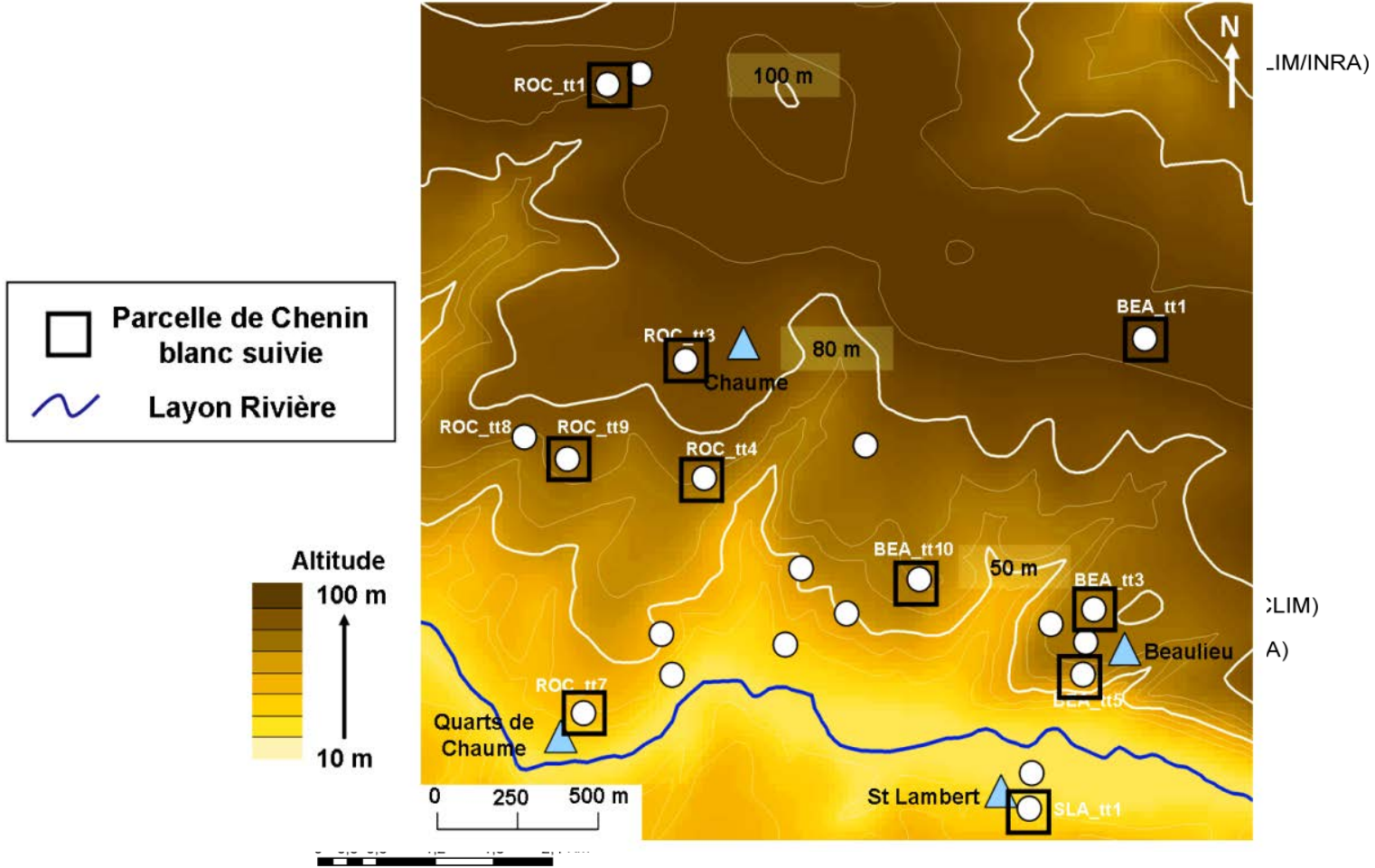
Températures et précipitations moyennes mensuelles : différences entre 1961-1985 et 1985-2010

Variabilité des températures de 1960 à 2010

① Os Resultados

Exemplo de los viñedos del Val de loire

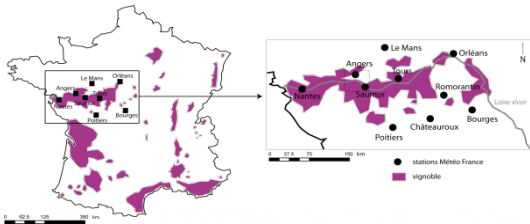
(a)



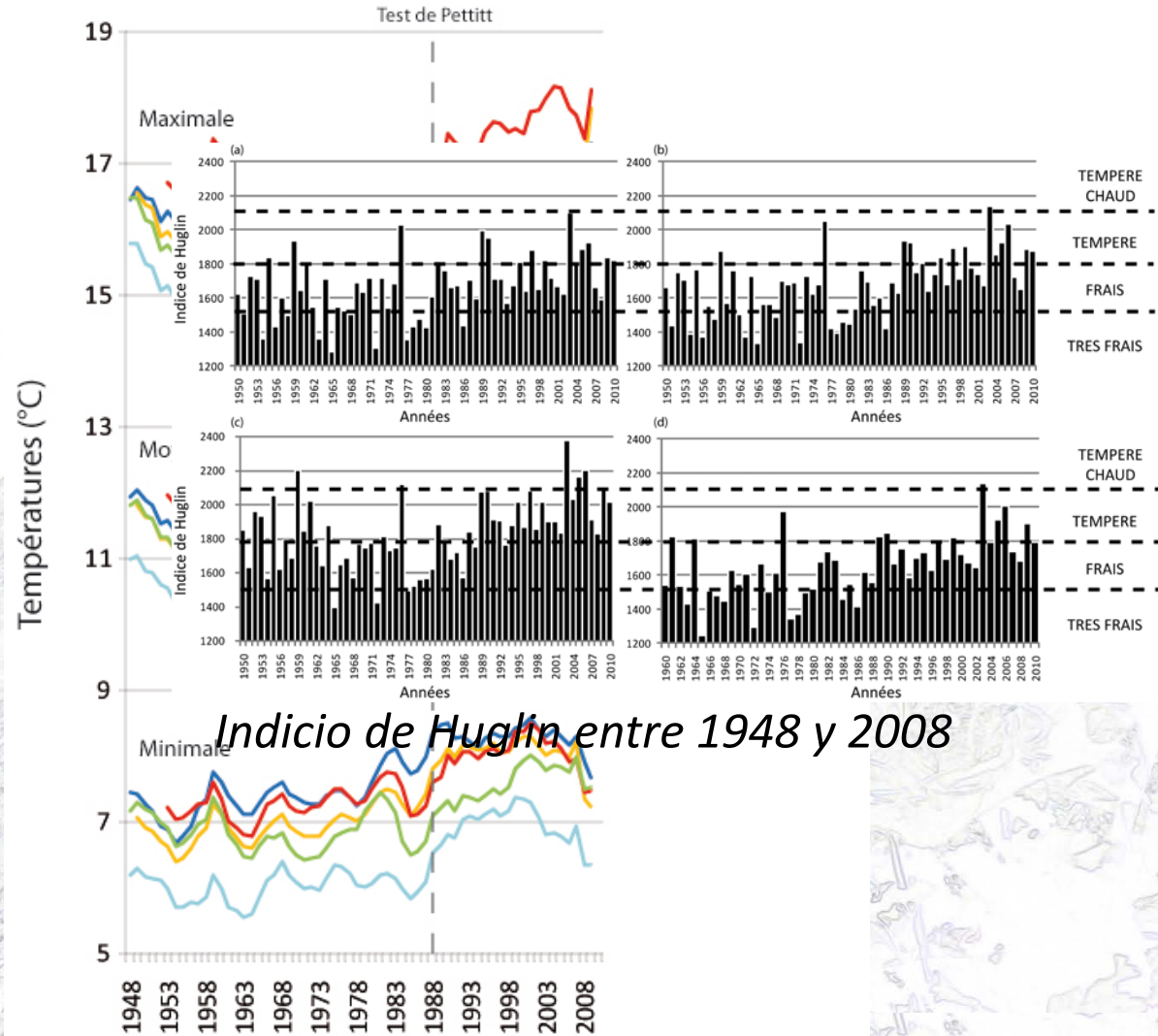
① Os Resultados

Exemplo de los viñedos del Val de loire

→ Una tendencia globale... variabilidades regionales



A la escala regional...

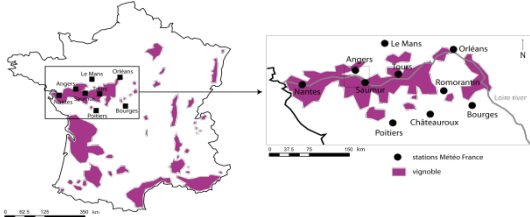


Temperatura (Tx, Tn, Tm) entre 1948 y 2008

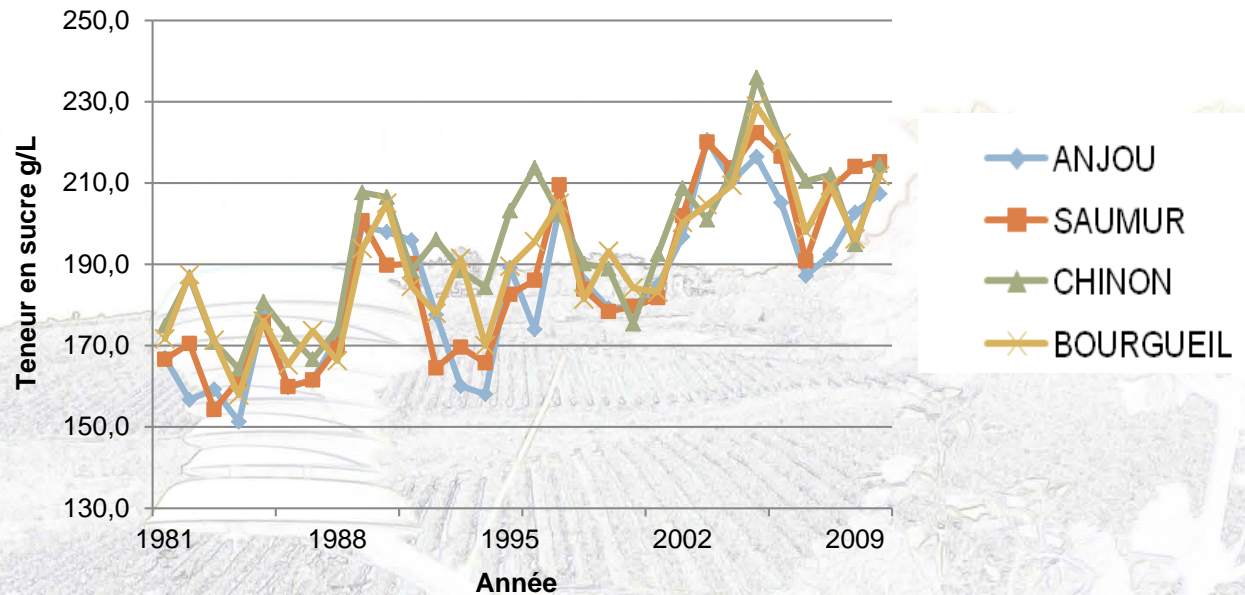
① Os Resultados

Exemplo de los viñedos del Val de loire

→ Una tendencia globale... variabilidades regionales



A la escala regional...

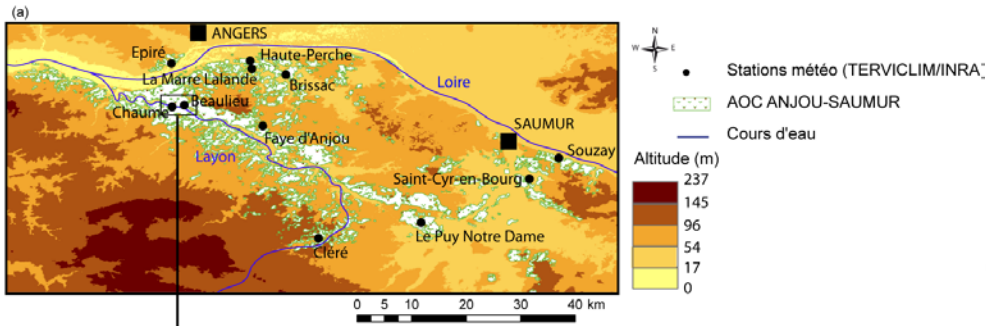


Evolución del nivel de azúcar para el Cabernet Franc (1981 à 2010)

① Os Resultados

Exemplo de los viñedos del Val de loire

→ El efecto de la topografía y del rio



a

	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	SAISON
Beaulieu	5.2	7.7	12.3	14.0	12.6	9.4	10.2
Brissac	5.8	8.3	12.6	14.4	13.1	9.6	10.6
Chaume	4.3	7.3	11.8	13.2	11.8	8.1	9.4
St Cyr-en-Bourg	5.9	8.7	12.8	14.3	13.0	9.2	10.6
Souzay	6.0	8.7	13.2	14.8	13.4	9.9	11.0
Cléré	5.3	8.0	12.2	13.9	12.9	9.5	10.3
Faye d'Anjou	5.5	8.1	12.4	14.1	12.9	9.7	10.5
Haute-Perche	6.6	8.5	12.9	14.8	13.5	10.0	11.0
La Marre Lalande	6.0	8.6	12.6	14.5	13.3	9.7	10.8



b

	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	SAISON
Beaulieu	17.5	18.2	23.9	27.4	24.8	22.1	22.3
Brissac	17.3	18.2	23.6	27.2	24.2	21.9	22.1
Chaume	19.0	19.6	25.2	28.7	26.1	23.5	23.7
St Cyr-en-Bourg	18.9	19.7	25.1	28.8	26.5	23.5	23.7
Souzay	18.7	19.6	24.7	28.2	25.7	23.3	23.4
Cléré	17.3	18.3	23.7	27.4	25.5	22.6	22.5
Faye d'Anjou	17.2	17.8	23.5	27.0	24.2	21.7	21.9
Haute-Perche	18.2	18.4	23.9	27.7	24.7	22.2	22.5
La Marre Lalande	17.6	18.6	24.1	27.7	24.7	22.3	22.5



	INDICE DE WINKLER	INDICE DE HUGLIN	INDICE DE FRAÎCHEUR DES NUITS
Beaulieu		1792.8	12.0
Brissac	1274.1	1773.0	12.3
Chaume	1317.5	1951.4	11.2
St Cyr-en-Bourg	1432.7	2014.7	12.3
Souzay	1421.6	1976.3	12.6
Cléré		1815.5	12.2
Faye d'Anjou	1250.4	1746.2	12.4
Haute-Perche	1339.9	1835.5	12.7
La Marre Lalande	1334.2	1841.8	12.4

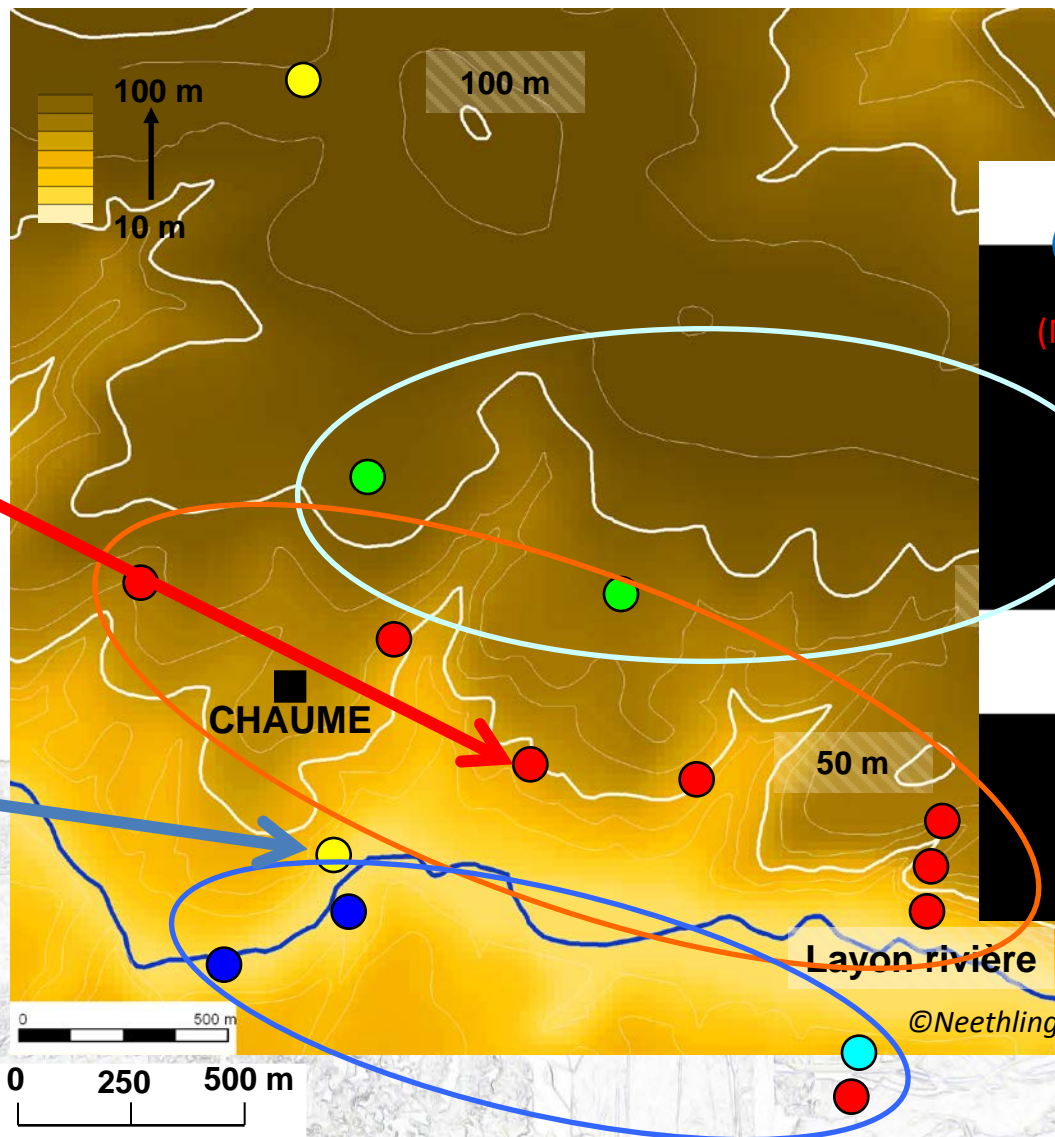
	REGION II	TEMPERE	NUITS FRAÎCHES
	REGION I	FRAIS	NUITS TRES FRAÎCHES

Los indicios bioclimaticos en 2010

Tn y Tx media entre abril y setembro 2010

① Os Resultados

→ Los efectos locais



De 1252
(Más fresco)
1336
(Más caliente)

Parcela	Azúcar	Acidez Total(g/L)	Indicio de madurita de
BEA_tt3	208.0	5.2	40.0
BEA_tt10	226.0	4.6	48.5
SLA_tt1	176.0	8.1	21.7
ROC_tt1	226.0	4.7	48.1
ROC_tt4	209.0	6.2	34.0
ROC_tt7	180.0	7.5	24.2
ROC_tt8	201.0	4.8	42.3
ROC_tt9	204.0	5.6	36.8
ROC_tt3	176.0	6.6	26.9
Écart	50.0 g/L	3.4 g/L	26.8

Variabilidad local: Véraison y madurez 2011, Chenin blanco

Neethling E., Barbeau G., Bonnefoy C. et Quénot H., 2012 : Evolution in climate and berry composition for the main grapevine varieties cultivated in the Loire Valley. Climate Research, 53, 89-101.



② Modelización climática en función de la escala de los terruños vitícolas.

Modelos numéricos a méso-escala y modelos estadísticos multicriterios

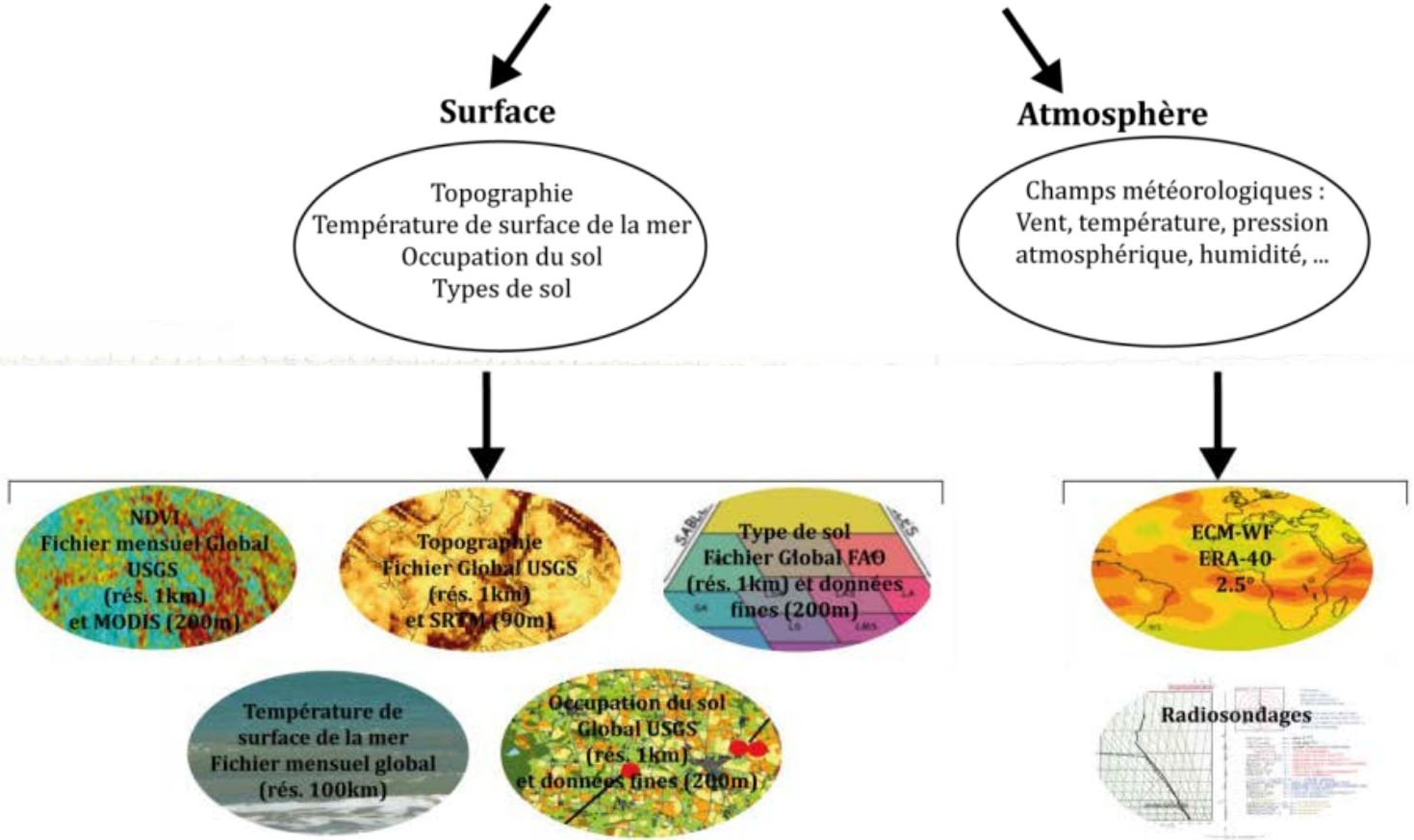
↳ Resolución espacial adaptada

↳ Integrar los efectos locales y las escalas imbricadas

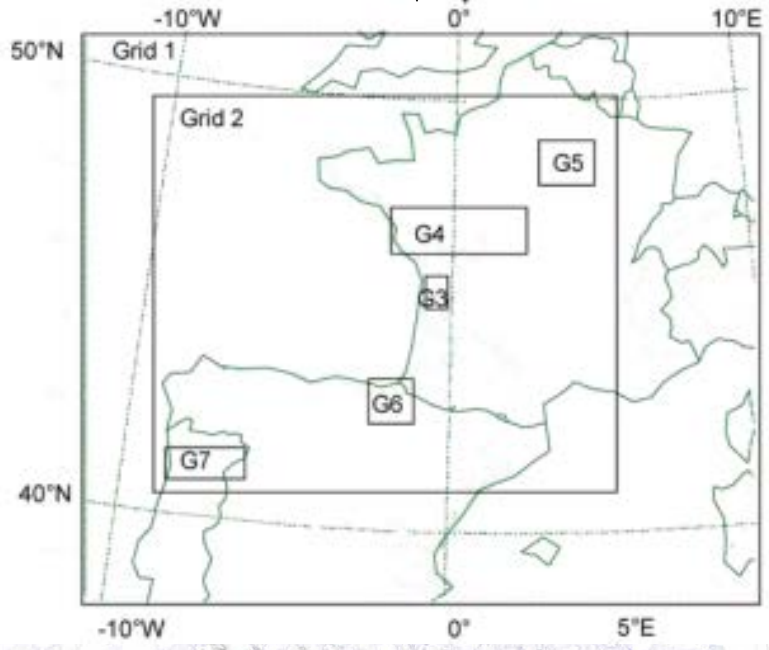
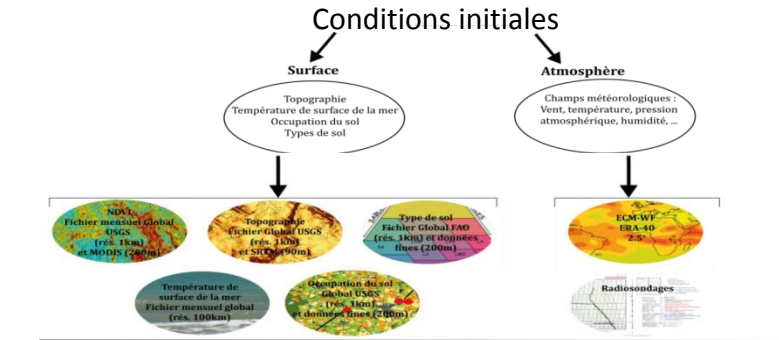
Modelización climática a la escala de los terruños vitícolas → Utilización de modelos climáticos méso-escala (RAMS, WRF)

Modelo numérico basado en las ecuaciones físicas de la atmósfera y que utilizan tablas encajadas

Condiciones iniciales

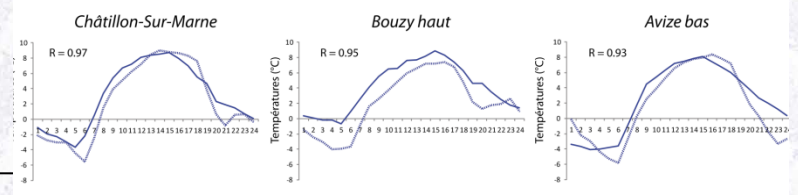
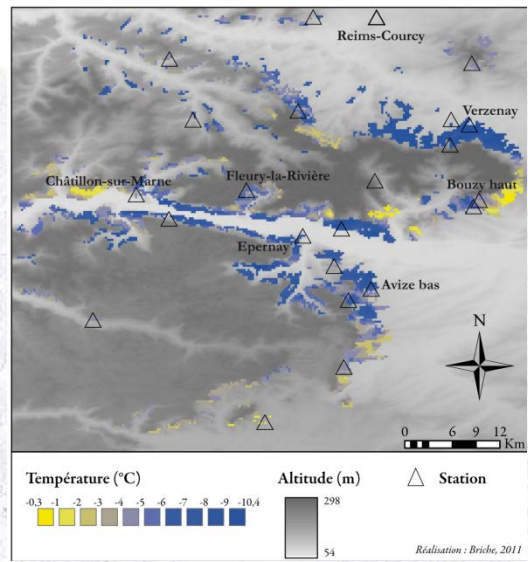
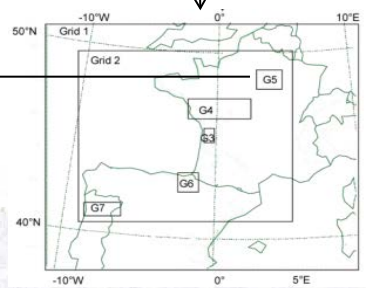
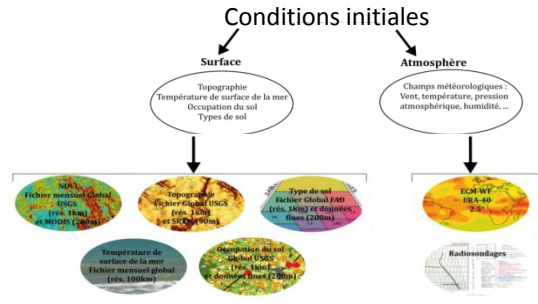


Modelización climática a la escala de los terruños vitícolas → Utilización de modelos climáticos méso-escala (RAMS, WRF)



Grilles imbriquées

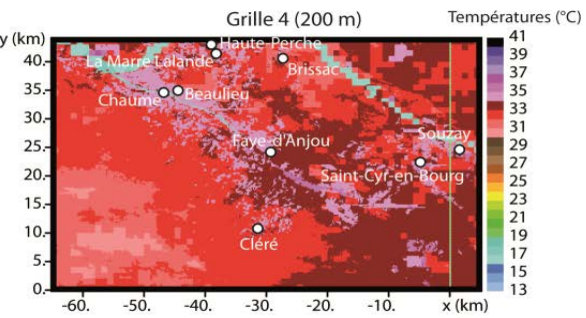
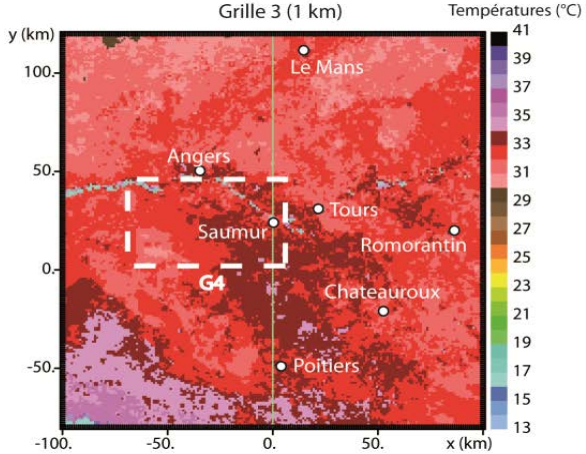
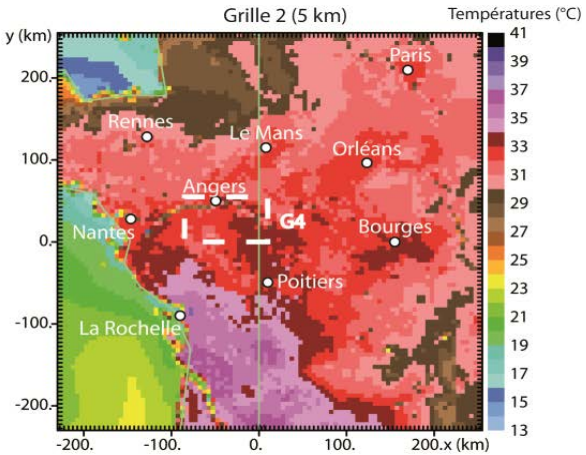
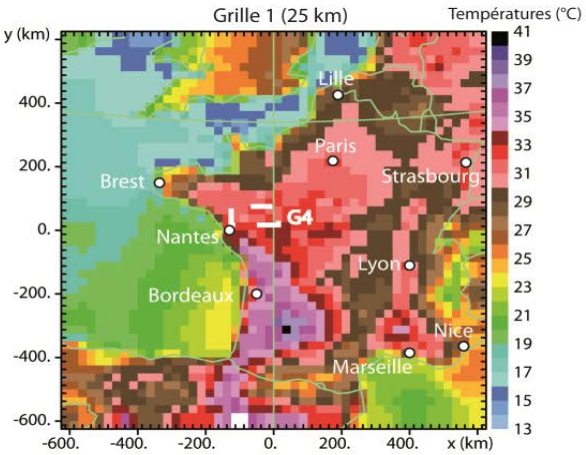
Modelización climática a la escala de los terruños vitícolas → Utilización de modelos climáticos méso-escala (RAMS, WRF)



Validación con las estaciones meteorológicas

Modelización de las temperaturas (200m en el viñedo champenés (Briche, 2012)

Modelización climática a la escala de los terruños vitícolas → Utilización de modelos climáticos méso-escala (RAMS, WRF)

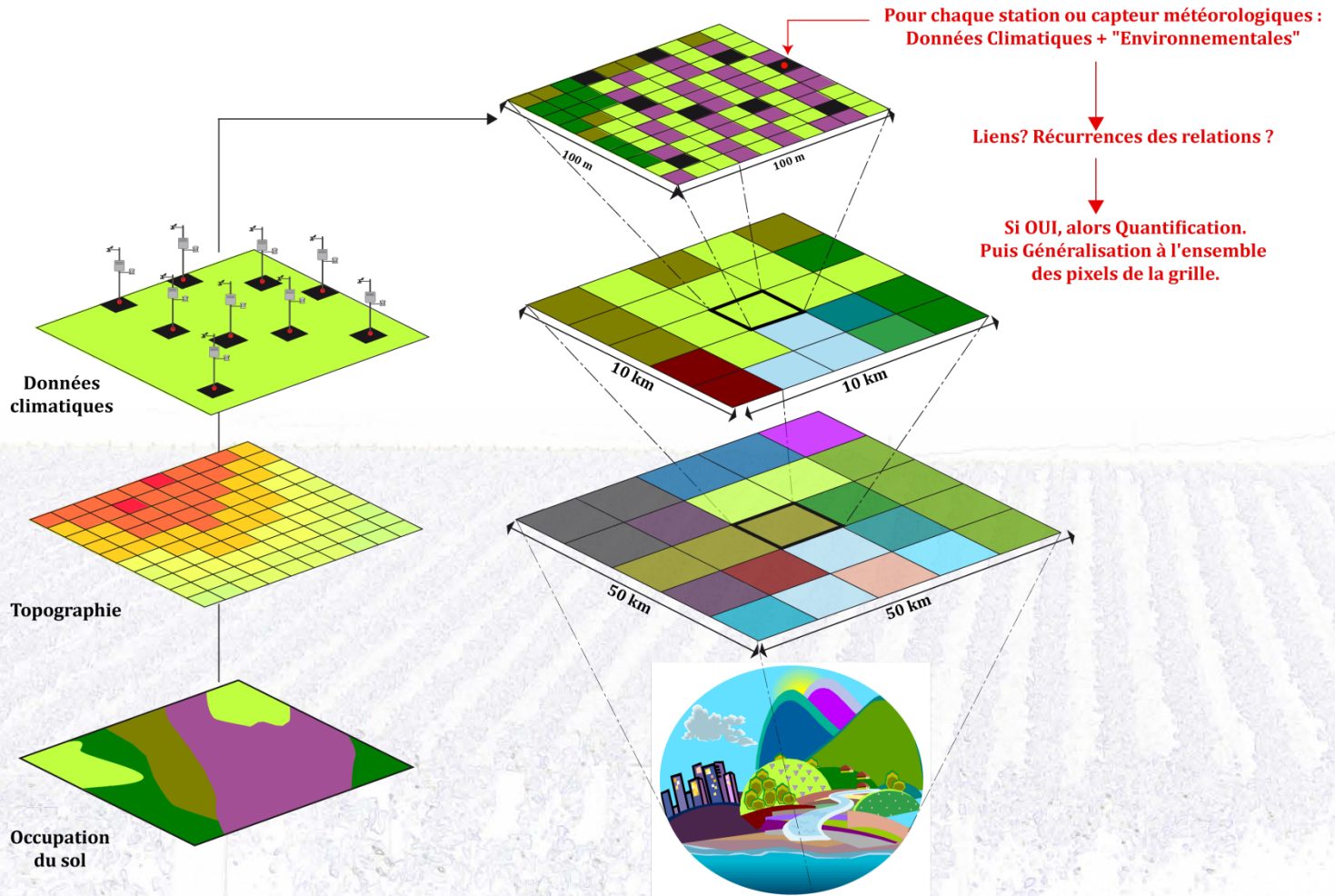


Résolution 200m

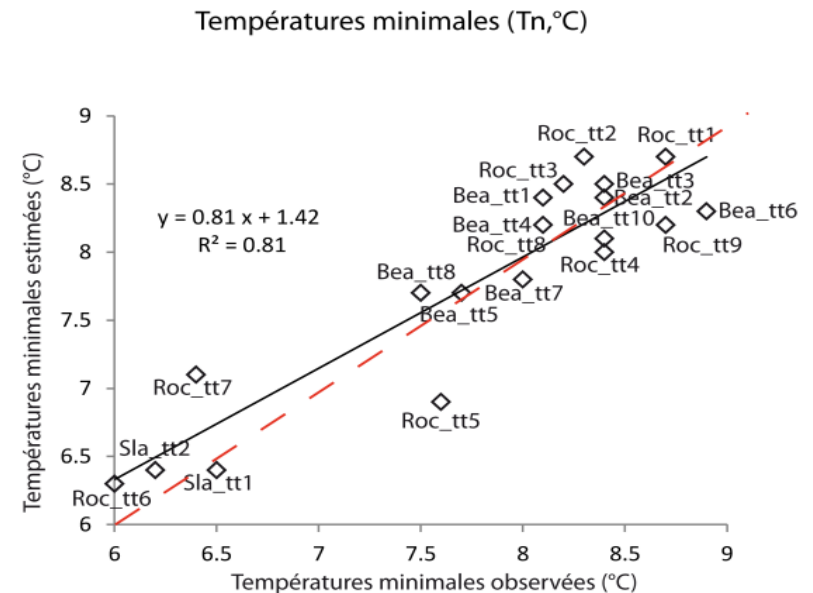
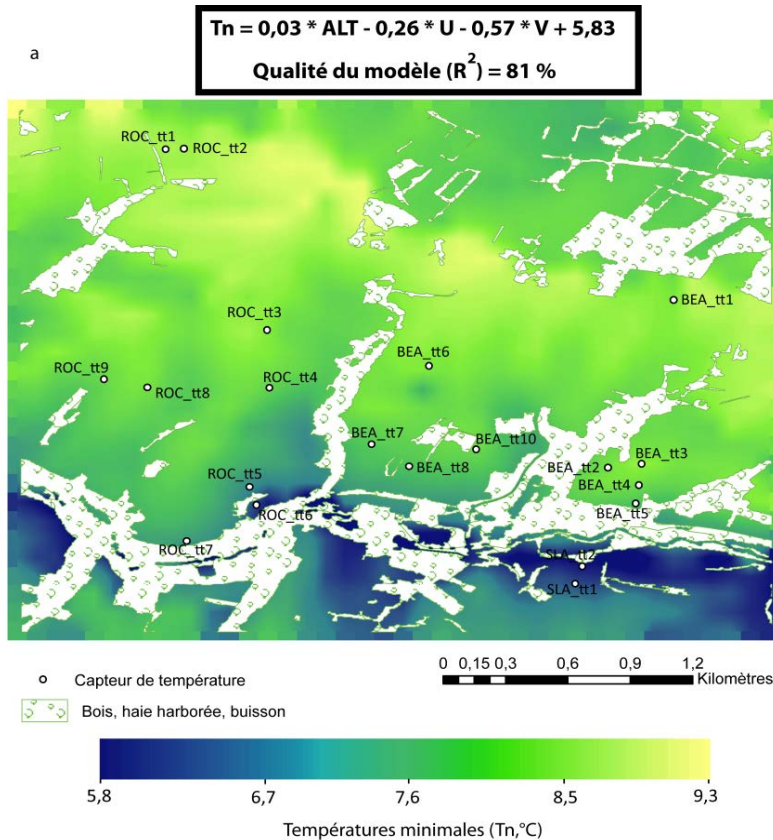
Simulación de la temperatura en julio de 2012 para 4 rejas(tablas) imbricadas en el Val de Loire (Bonnefoy, 2013)

Modelización climática

¿ Modelización climática a la escala de los viñedos? Utilización de modelos estadísticos multicriterios (regresiones múltiples)



¿ Modelización climática a la escala de los viñedos? Utilización de modelos estadísticos multicriterios (regresiones múltiples)



Modelización por regresiones múltiples de la temperatura mínima para el octubre 2009 en el Quart de Chaumes (Bonnefoy, 2013)

- modelos climáticos méso-escalas

- ↳ + Permite tomar en consideración las condiciones atmosféricas de escala sinóptica así como la imbricación de las escalas
- ↳ - ¿ Difícil de modelizar a las escalas finas? Los tiempos de cálculo, paramétrisations,
- ↳ - Validación

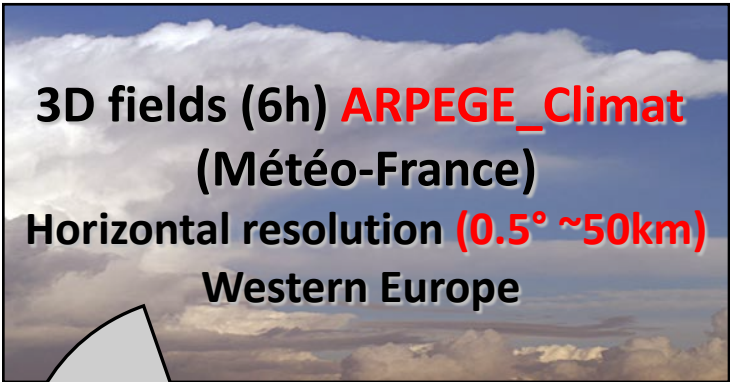
- modelos estadísticos multicriterios

- ↳ + Adaptada a las escalas finas
- ↳ - Estática / explicación parcial



③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el modelo a escala fina

Sorties de modèles globaux:

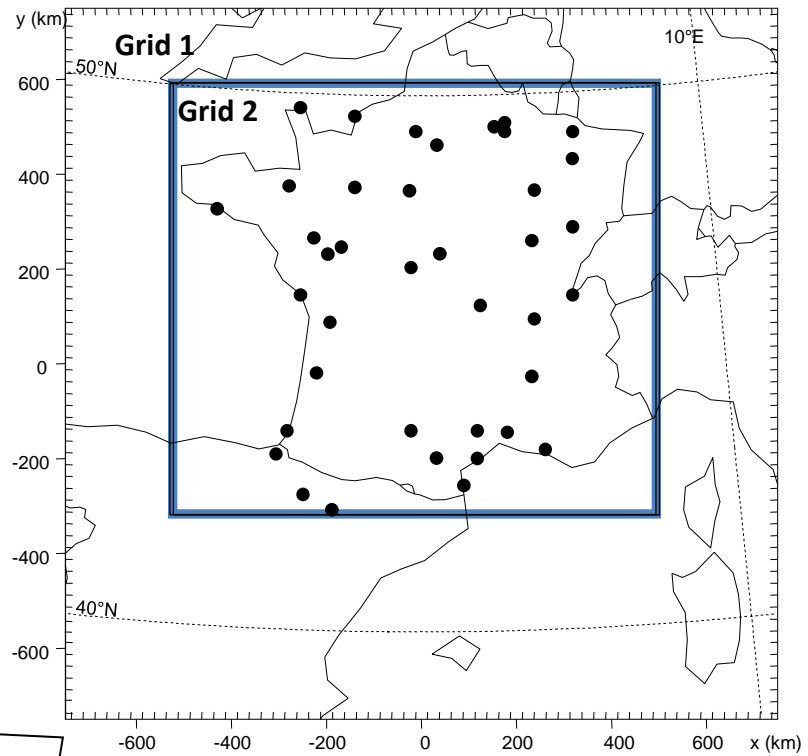


3D fields (6h) ARPEGE_Climat
(Météo-France)
Horizontal resolution (0.5° ~50km)
Western Europe

Modélos régionales :



Regional Atmospheric Modeling System (RAMS)
2 grilles imbriquées

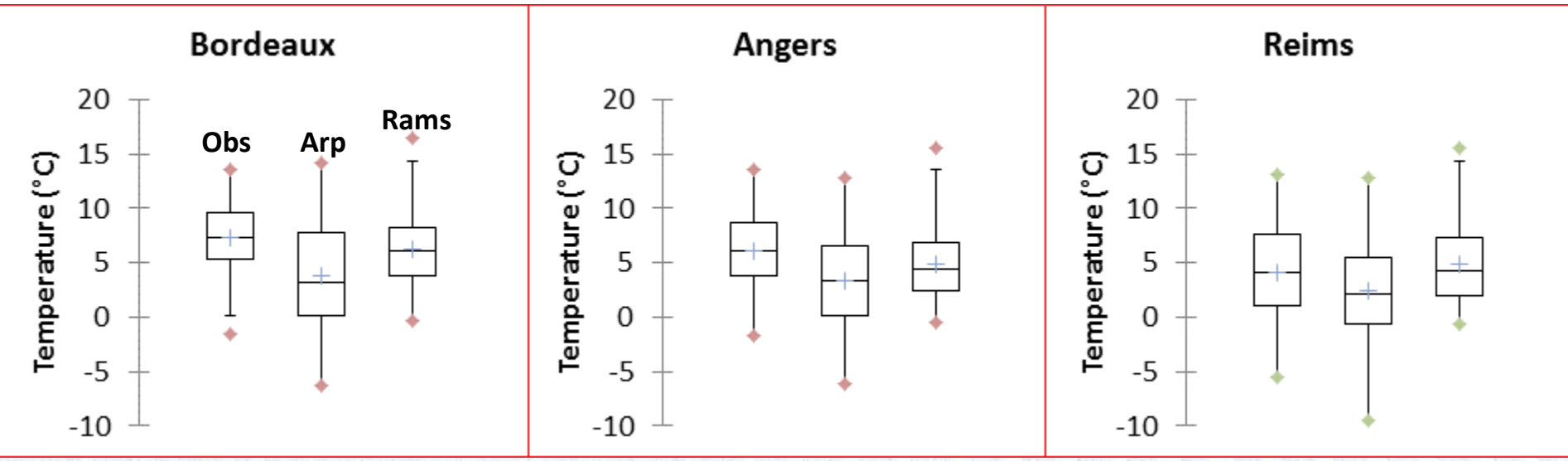


Résolution de 5 km

Análisis estadísticas / Observaciones
(40 estaciones)

③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el modelo a escala fina

Etapa 1: validación sobre el período de referencia 1991-2000



Temperaturas mínimas de abril (1991-2000): observadas (Ob), Arpege (Arp) y RAMS

Temperaturas mínimas de abril: reducción del frío de Arpege pero disparidades regionales

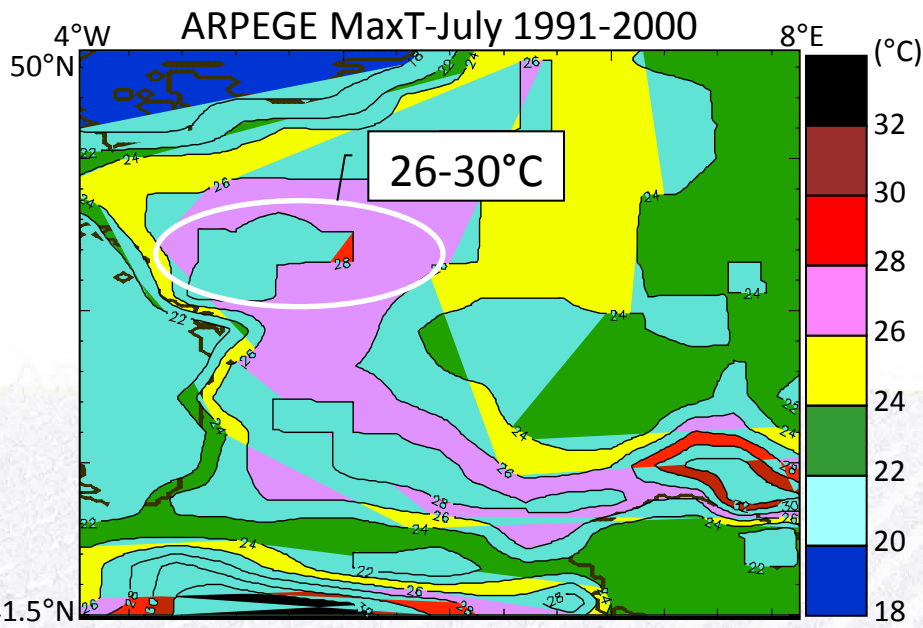
Tn abril (40 stations):

RMSE Arpège = 2,6°C

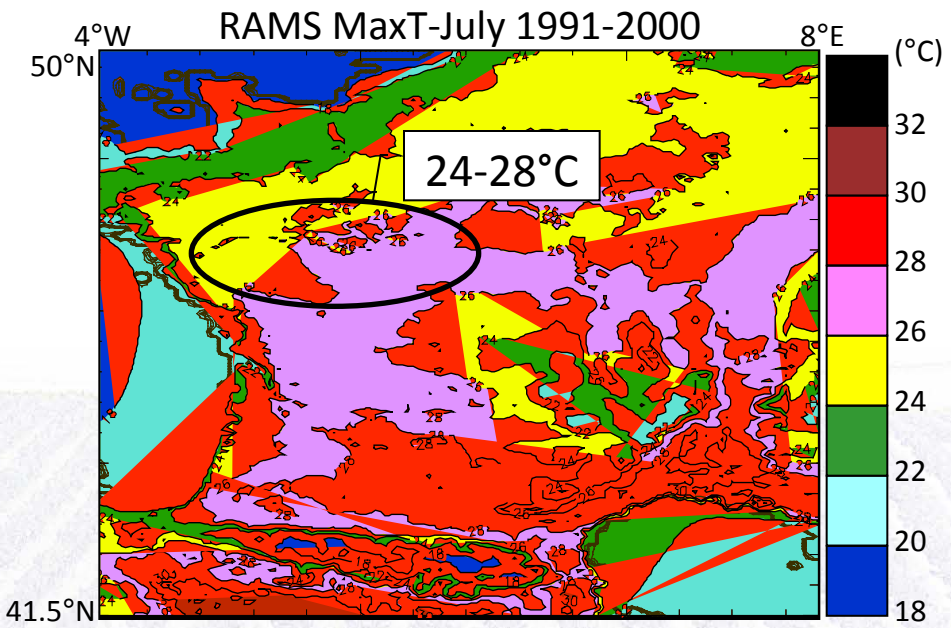
RMSE RAMS = 1,4°C

③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el modelo a escala fina

ARPEGE (50km resolution)



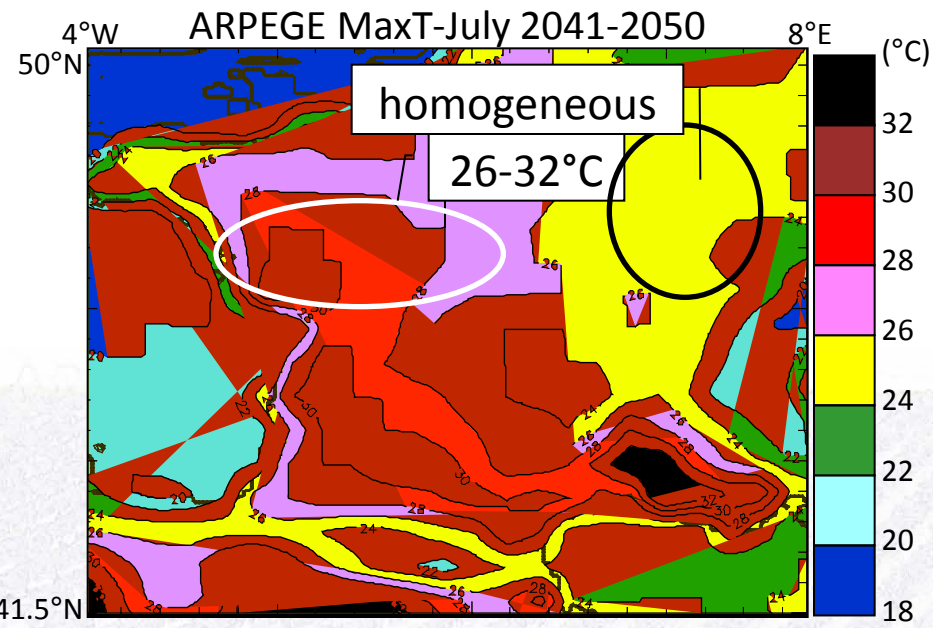
RAMS (5km resolution)



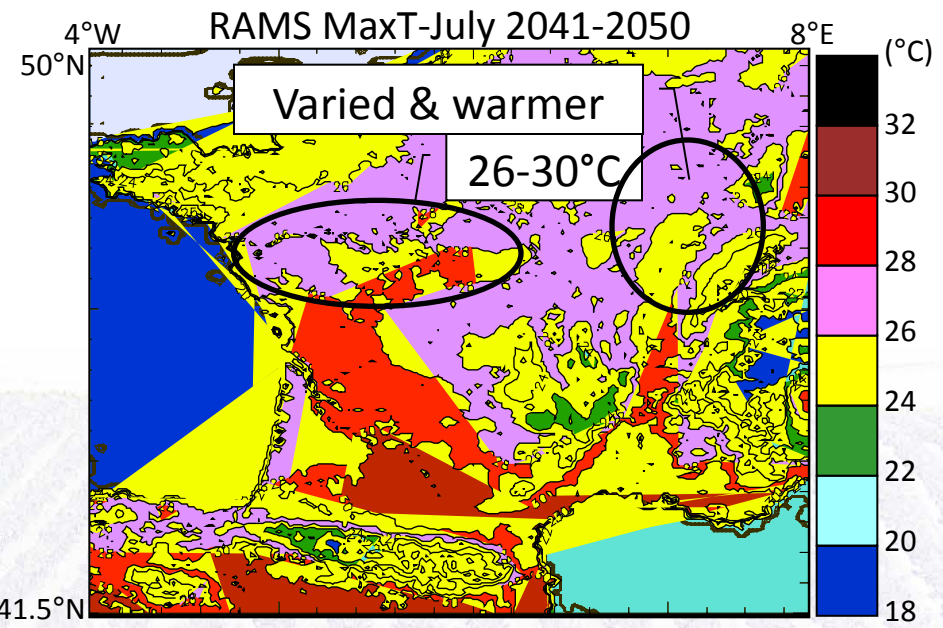
Temperaturas simulados por ARPEGE son más elevadas que los valores simulados por RAMS.

③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el modelo a escala fina

ARPEGE (50km resolution)



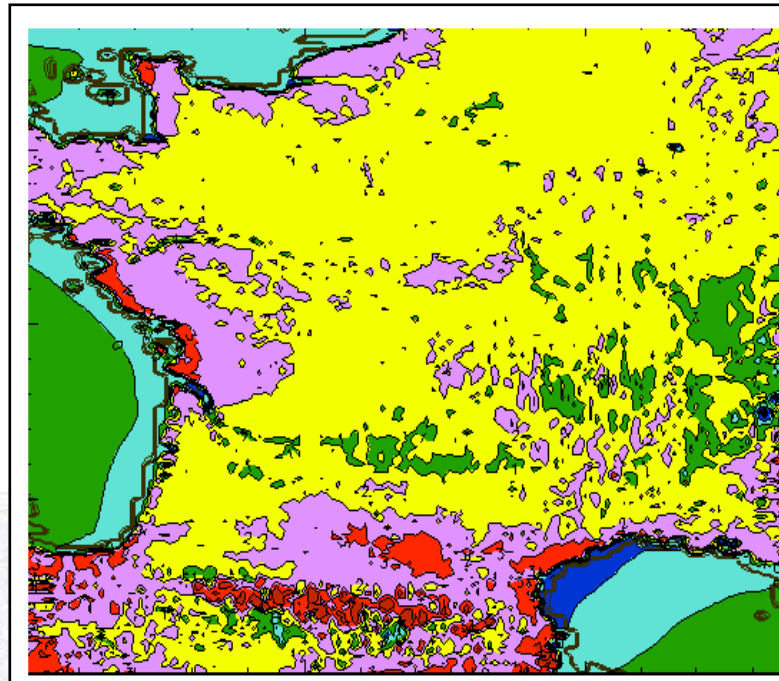
RAMS (5km resolution)



Simulación de la temperatura máxima de julio con la condición A2 en el período 2041-2050

③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el modelo a escala fina

RAMS (5km resolution)



- temperaturas máximas de julio aumentarían 1 a 4°C
- recalentamiento sería más pronunciado a lo largo de las costas, en el sur y al oeste

**Evolución de la temperatura máximas de julio con el
escénario A2 : 2041-2050 vs 1991-2000**

③ Integrar los escenarios definidos por el IPCC en el
modelo a escala fina

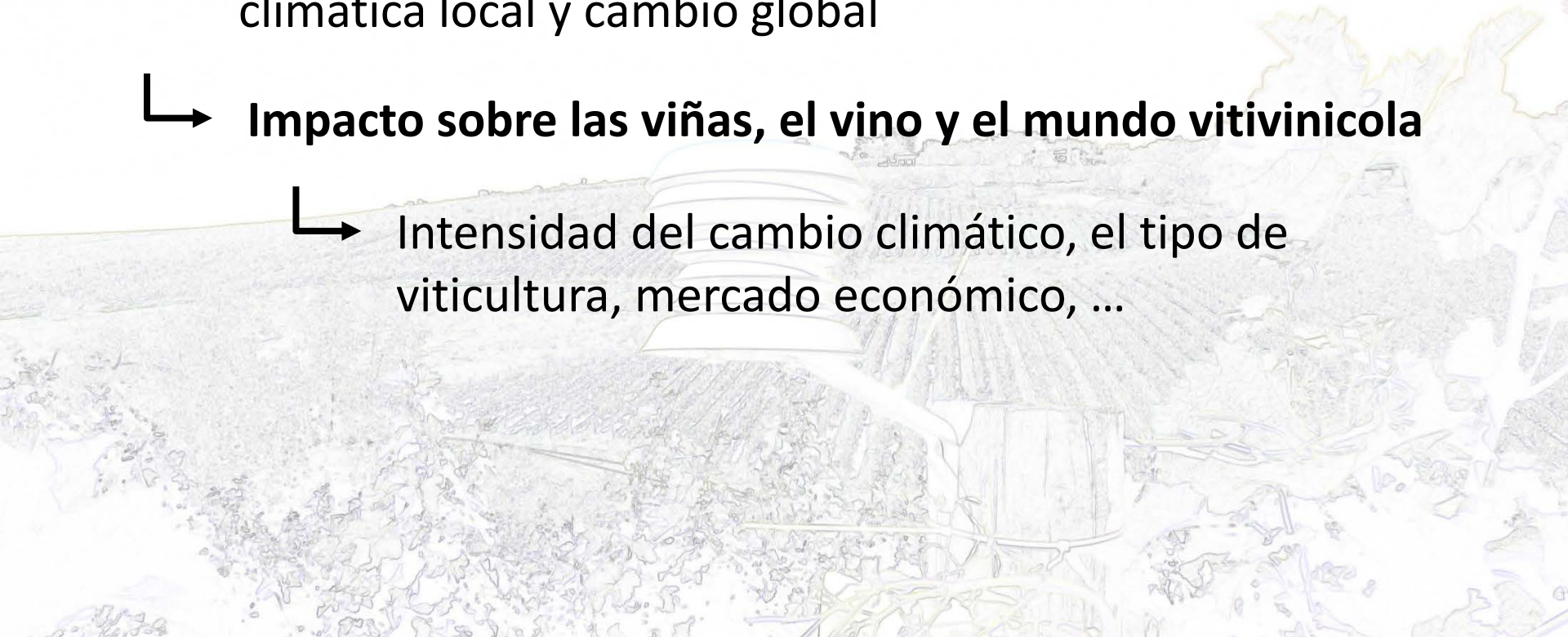
- Simulation du changement climatique

↳ Integration del modelo numérico méso-escala con las salidas de los modelos globales

↳ Spatialisation los resultados por métodos multicriterios

Contexto de cambio climático con disparidades regionales y locales.

- ↳ Variabilidad espacial del clima entre cada región vitícola y dentro de cada terruno
- ↳ Orden de dimensiones comparable entre variabilidad climática local y cambio global
- ↳ **Impacto sobre las viñas, el vino y el mundo vitivinicola**
 - ↳ Intensidad del cambio climático, el tipo de viticultura, mercado económico, ...



Modelización climática global y regional

Grandes Incertidumbres

- complejidad del sistema climático y de los diferentes escenarios potenciales**
- Modelos regionales / modelos globales**
- Amplitud y a la localización (en el tiempo o en el espacio) efectos posibles**
- Ninguna validación ...**



Análisis de la variabilidad espacial del clima a las escalas locales

- Reduce las incertidumbres de la resolución de los modelos del Cambio Climático**
- validación**



Conclusión

- ✓ Objetivo: instalar varios sensores de temperaturas y analizar el comportamiento de la vid.
- ✓ Método de medidas y de modelización que permite analizar el clima a la escala de los viñedos.
- ✓ Una relación muy fuerte entre los científicos y los viticultores.
- ✓ **Conocimiento de la variabilidad espacial del clima para adaptarse al cambio climático.**

