

# Observation et Modélisation du Changement Climatique à l'échelle des Terroirs Viticoles



Etienne Neethling<sup>1,2</sup>, Hervé Quéno<sup>2</sup>, Gérard Barbeau<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRA UE 1117, Unité Vigne et Vin, UMT Vinitera<sup>2</sup>, Beaucouzé

<sup>2</sup>LETG-COSTEL, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, Rennes



Colloque Euroviti 2014  
« Gestion du régime hydrique de la vigne »  
Angers – 15 janvier 2014



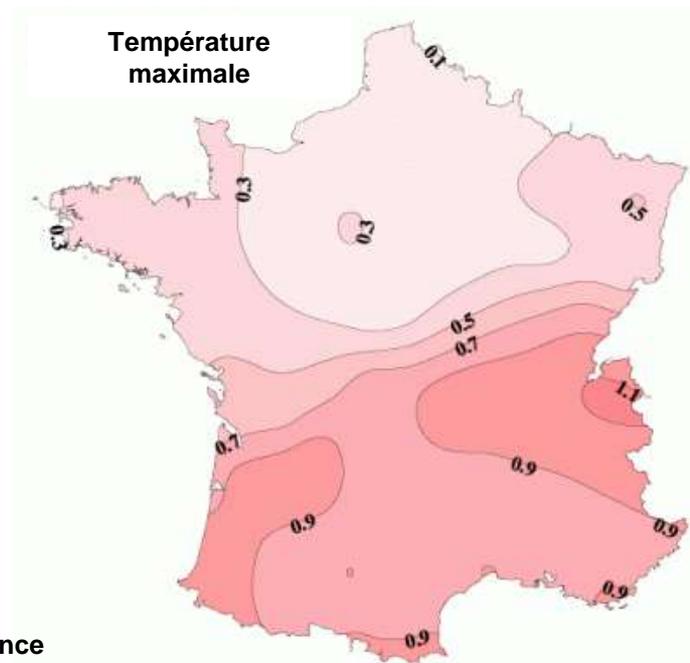
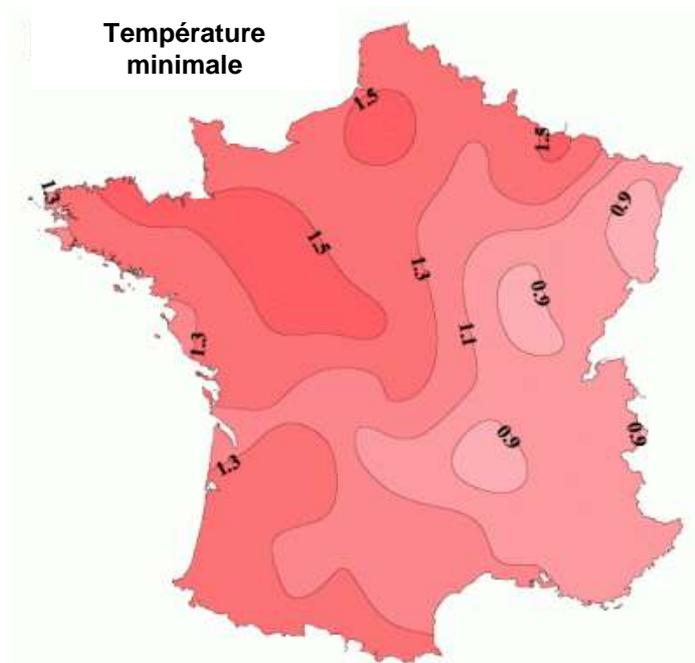
# Introduction

## Changement climatique (GIEC 2007)

### – France (Moisselin *et al.*, 2002)

- Température moyenne annuelle  $+0,9^{\circ}\text{C}$  (1901-2000)

Figure : Augmentation de la température maximale et minimale en France au cours du XXème siècle



Source : Météo France

# Introduction

## Changement climatique (GIEC 2007)

- **Val de Loire** (Bonnefoy *et al.*, 2012 ; Neethling *et al.*, 2012)
  - Température moyenne d'avril à septembre + 1,6°C (1960-2010)
  - Indice de Huglin : Climat frais → tempéré
  - Une rupture en 1987
    - Saumur a évolué de 11,8°C (1951-1987) à 12,8°C (1988-2010)
  
- Changement du comportement de la vigne
  - Avancée des dates des principaux stades phénologiques
  - Evolution significative de la composition des raisins
    - » Par exemple : Cabernet franc en Anjou de 1981 à 2010
      - ↳ Teneur en sucre : +45 g/L → DAP +2.8°
      - Acidité Totale : -2.0 g/L

# Introduction

## Moyenne vallée de la Loire (Bonnefoy *et al.*, 2012)

- Températures minimales et maximales très contrastées
  - Altitude, situation sur les coteaux et position par rapport à la Loire

Tableau : Indices bioclimatiques dans l'Anjou et le Saumurois pour la saison végétative 2010

	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

Source : Bonnefoy, 2013

# Introduction

## Moyenne vallée de la Loire

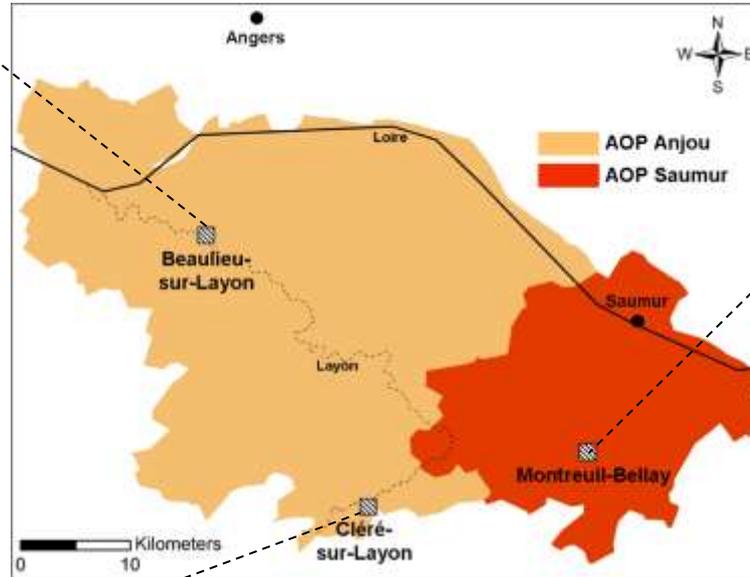
### Beaulieu sur Layon (70m)

16,4°C et 240 mm\*

Sol sablo-argileux sur spilite de l'Ordovicien

Prof. : 70 à 120 cm

RUM : 100 mm



### Montreuil-Bellay (56m)

16,8°C et 260 mm\*

Sol argilo-calcaire sur marnes du Jurassique

Prof. : > 120 cm

RUM : 150 mm

### Cléré sur Layon (95m)

16,3°C et 220mm\*

Sol limono-sableux sur schistes du Précambrien

Prof. : 40 à 60 cm

RUM : 50 mm

# Introduction

## Moyenne vallée de la Loire

- Stades phénologiques :
  - Montreuil-Bellay → plus précoces
  - Cléré sur Layon → plus tardifs

**Figure : Contrainte hydrique estimée à partir des valeurs de  $\Delta C13$  et comparaison des moyennes par parcelle et par an sur la période de 2009 à 2012.** (Source : Tcaciuc et Sepulveda Vignes, 2013)

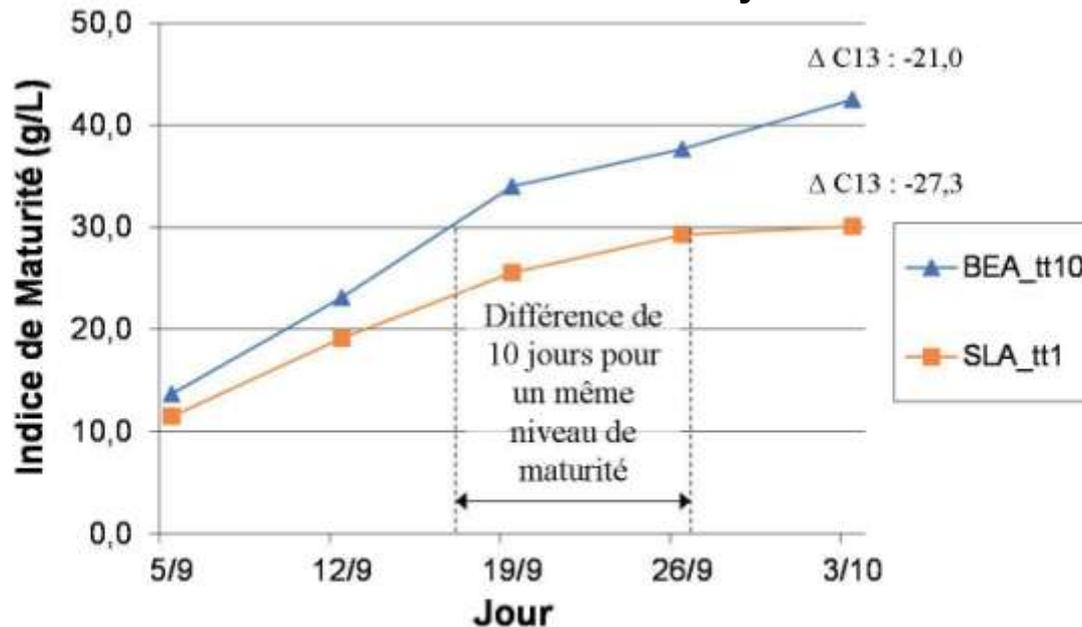


# Introduction

## Echelle fine de l'AOP Coteaux du Layon (Bonnefoy *et al.*, 2012; Neethling *et al.*, 2012)

- Forte variabilité spatiale de la température (1°C)
  - ↳ Fonctionnement de la vigne

Figure : Evolution de l'indice de maturité (rapport sucre/acidité) en 2012 pour deux parcelles de Chenin dans l'AOP Coteaux du Layon.

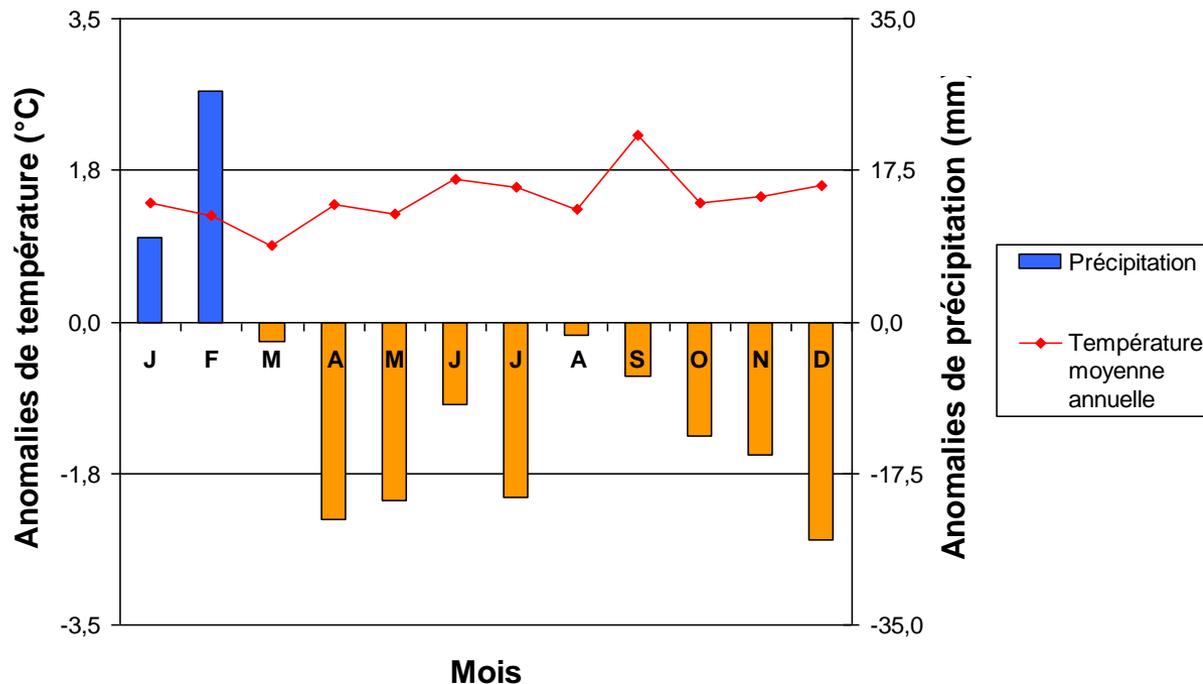


BEA\_tt10 : Sol sablo-argileux, peu profond (40 cm) et caractérisé par une faible réserve en eau (40 mm)

SLA\_tt1 : Sol limono-argilo-sableux, profond (>120 cm) et caractérisé par une forte réserve en eau (135 mm)

# Introduction

**Figure : Tendance future du climat à Saumur pour l'horizon 2050 (2050-2059)**  
(Projection climatique régionalisée avec une résolution de 8km selon le scénario A1B )



Les anomalies de température et de précipitation sont indiquées par rapport aux moyennes pour la période 1991-2010 (Source : Météo France, Drias)

## Adaptation de la viticulture au changement climatique

- Enjeu essentiel
  - Préserver la qualité et la typicité des vins des différentes appellations

# Modélisation

## Adaptation de la viticulture au changement climatique

- Majorité des études → basée sur la modélisation
  - Impacts et stratégies d'adaptation potentiels
- Cependant
  - Peu prennent en compte l'interaction complexe entre le climat, le milieu physique, la plante et les activités humaines aux échelles fines
  - Echelle spatiale plus fine → Mieux évaluer les conséquences du futur changement climatique

La modélisation des effets des facteurs du milieu et des pratiques viticoles aux échelles fines peut permettre de construire des scénarios d'adaptation

# Modélisation

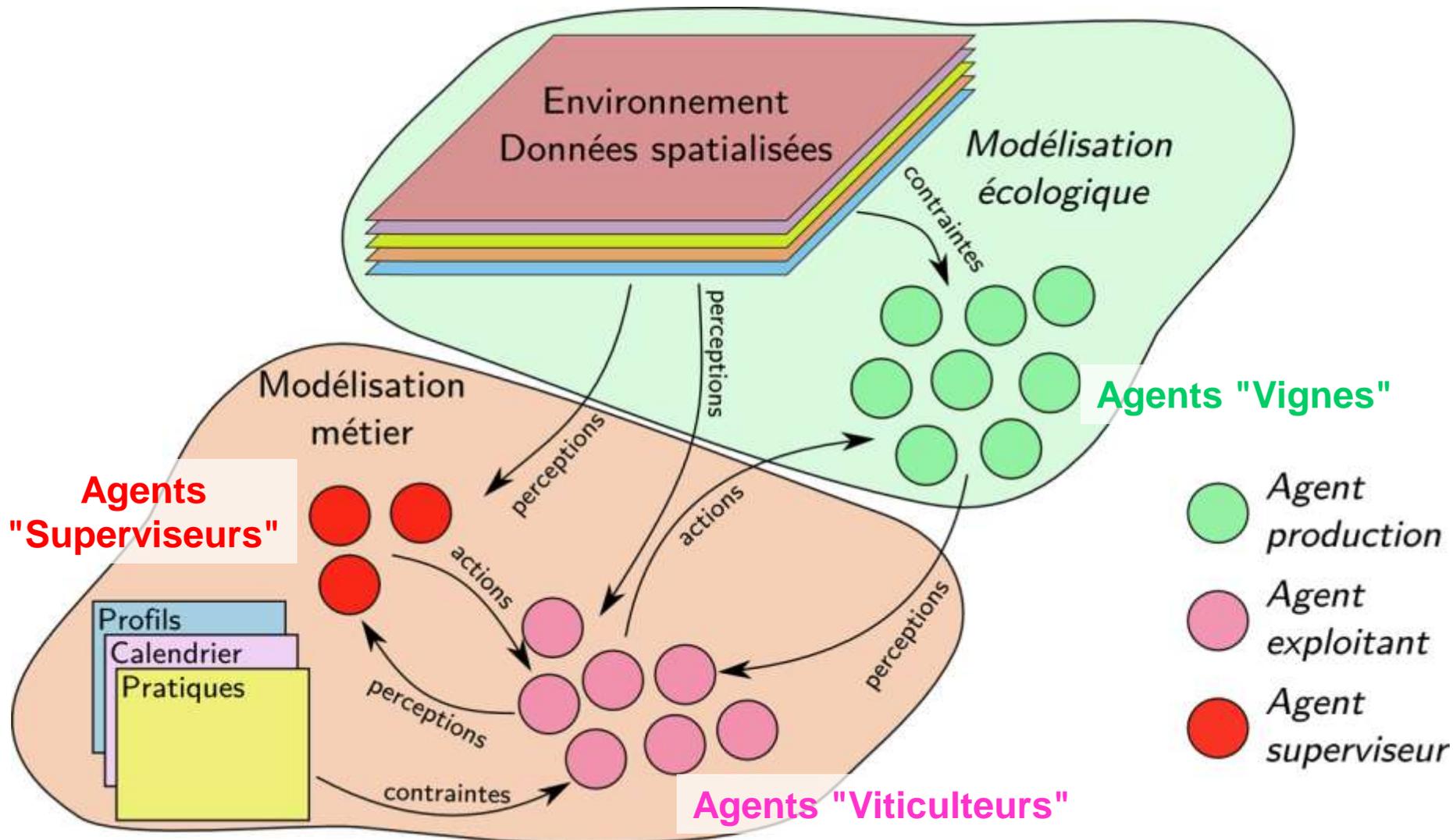
## Modélisation des activités viticoles sous contraintes d'environnement

Modèle multi-agents → Concepts de la plateforme DAHU (Tissot, 2003)  
(Dynamique des Activités HUmaines)

### Objectifs DAHU-Vigne :

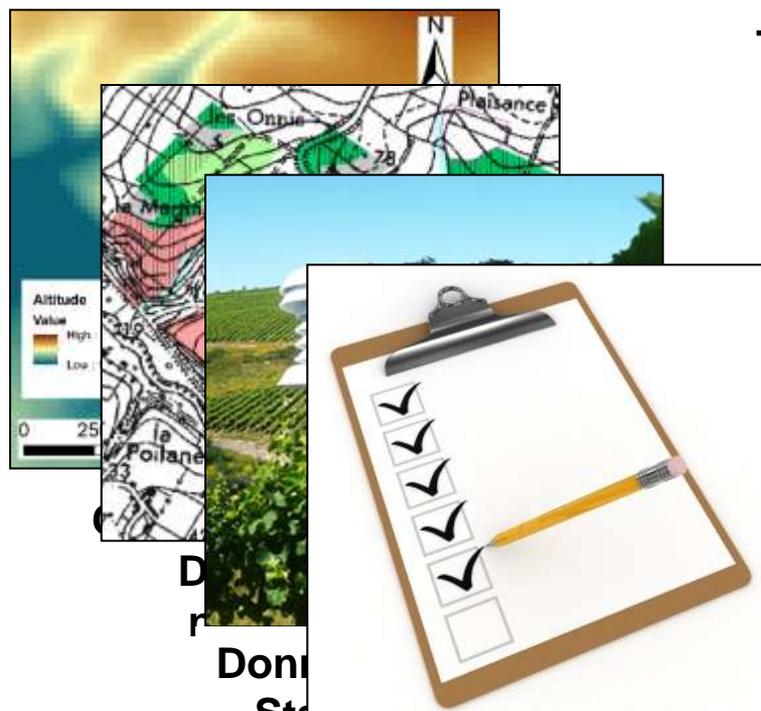
- Restituer la croissance de la vigne sous contraintes de l'environnement
- Simuler les itinéraires de conduite agronomique dans un contexte de changement climatique

- Structure du modèle

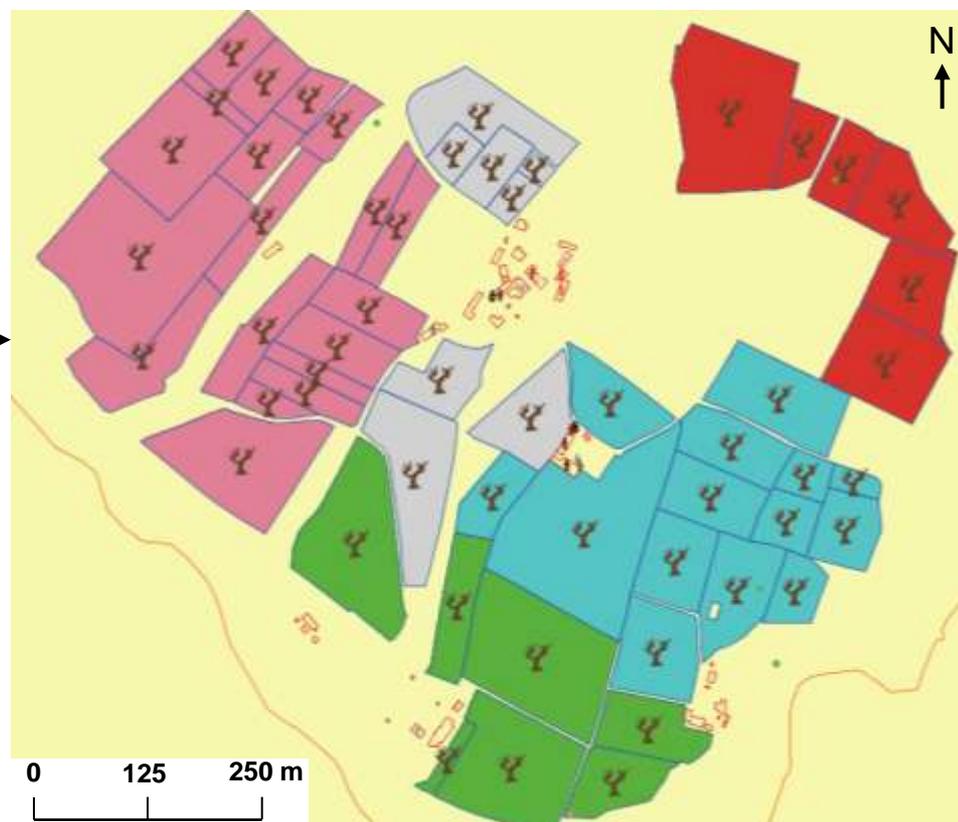


# Matériels et Méthodes

## Prototype pour l'AOP Quarts de Chaume, Val de Loire

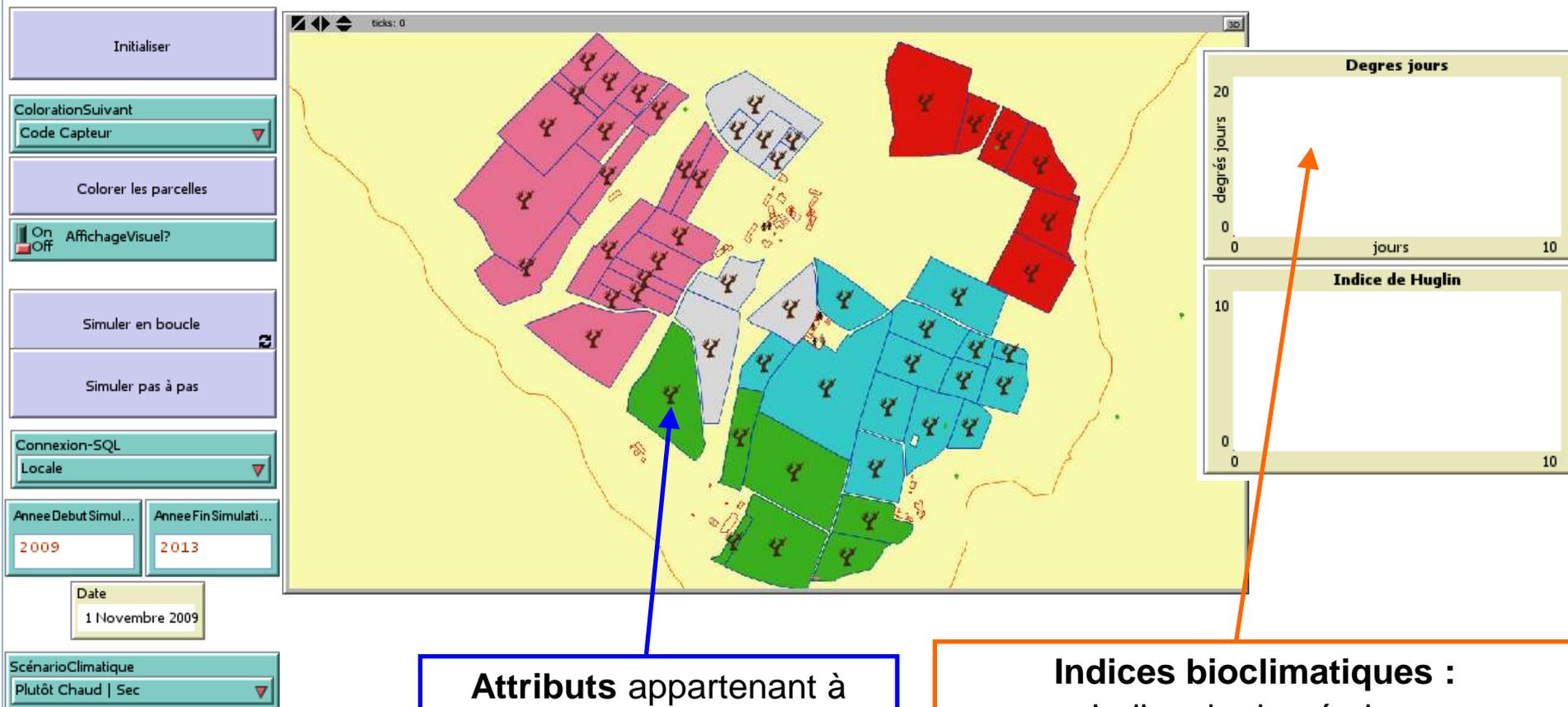


**Entretiens  
approfondis avec  
des vignerons**



# Résultats

Exemple de l'approche de modélisation :



**Attributs** appartenant à l'agent vigne : observés en temps réel

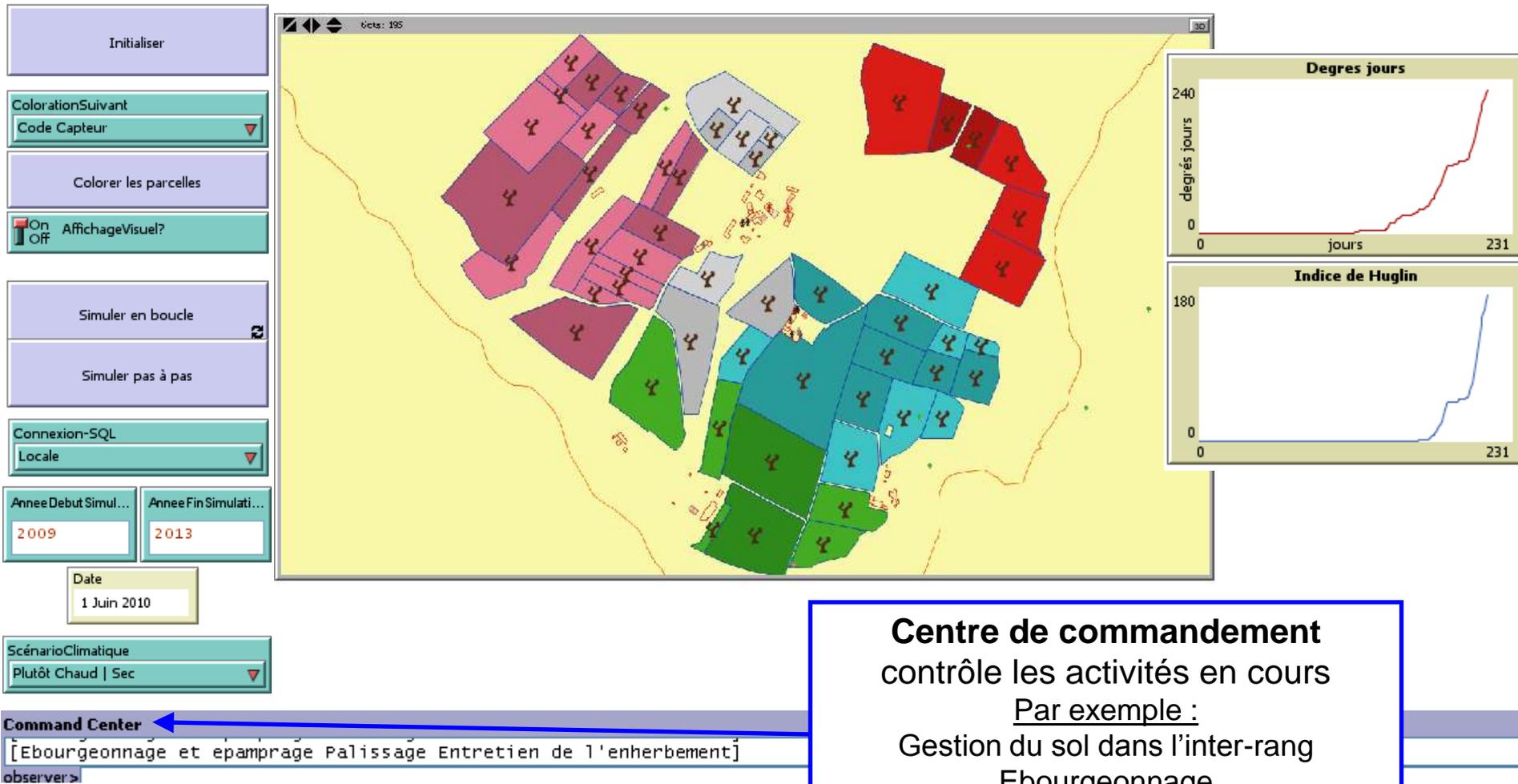
## Indices bioclimatiques :

- Indice de degrés-jours  
(Van Leeuwen et al. 2008 ; Parker et al. 2011)
- Indice de Huglin  
(Huglin et Schneider, 1998)
- Modèle bilan hydrique de WaLis  
(Celette et al. 2008)

**Date : 01/11/2009**

# Résultats

Exemple de l'approche de modélisation :

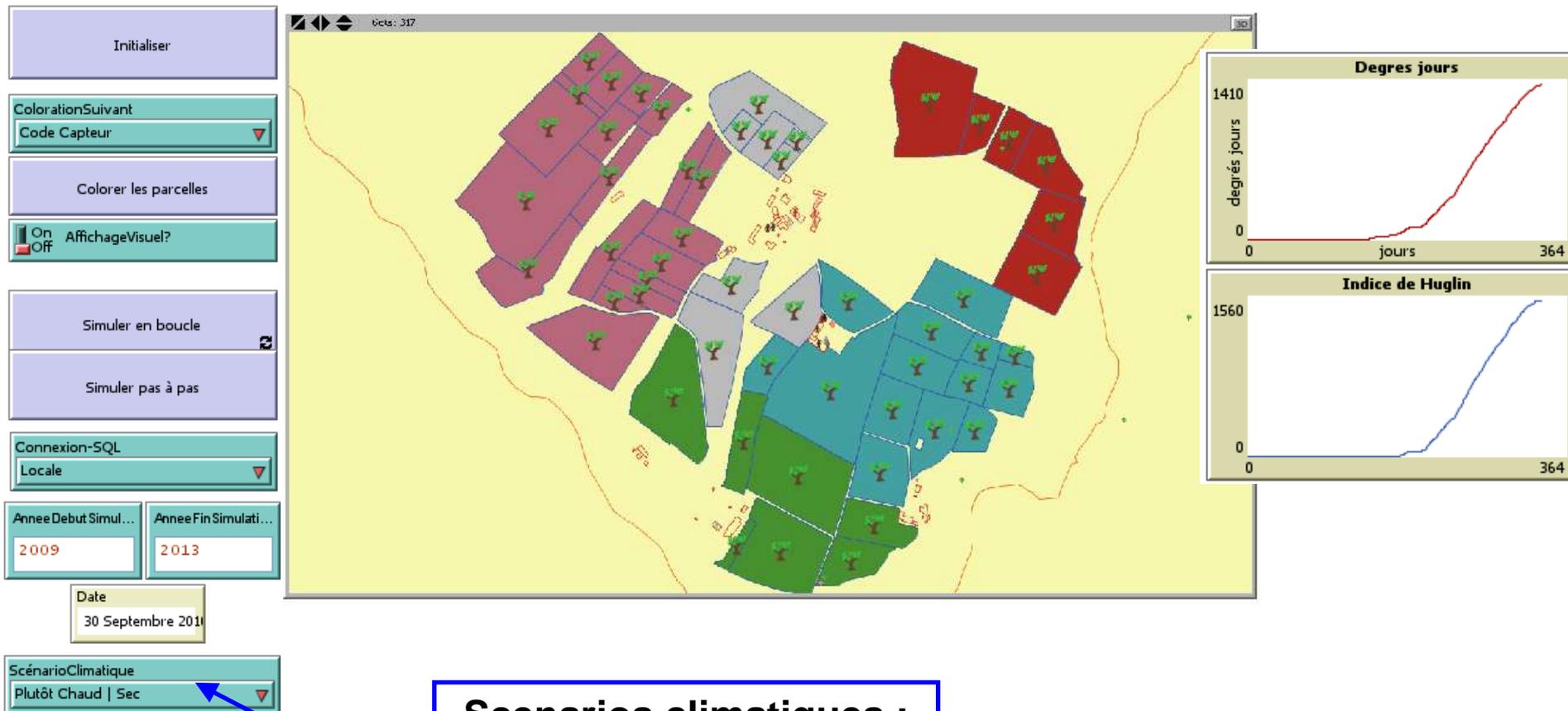


**Centre de commandement**  
contrôle les activités en cours  
Par exemple :  
Gestion du sol dans l'inter-rang  
Ebourgeonnage  
Epamprage

Date : 01/06/2010

# Résultats

Exemple de l'approche de modélisation :



## Scenarios climatiques :

Chaud et sec  
Chaud et humide  
Froids et sec  
Froids et humide

**Date : 30/09/2010**

# Conclusions et Perspectives

Dans un contexte de l'adaptation au changement climatique :

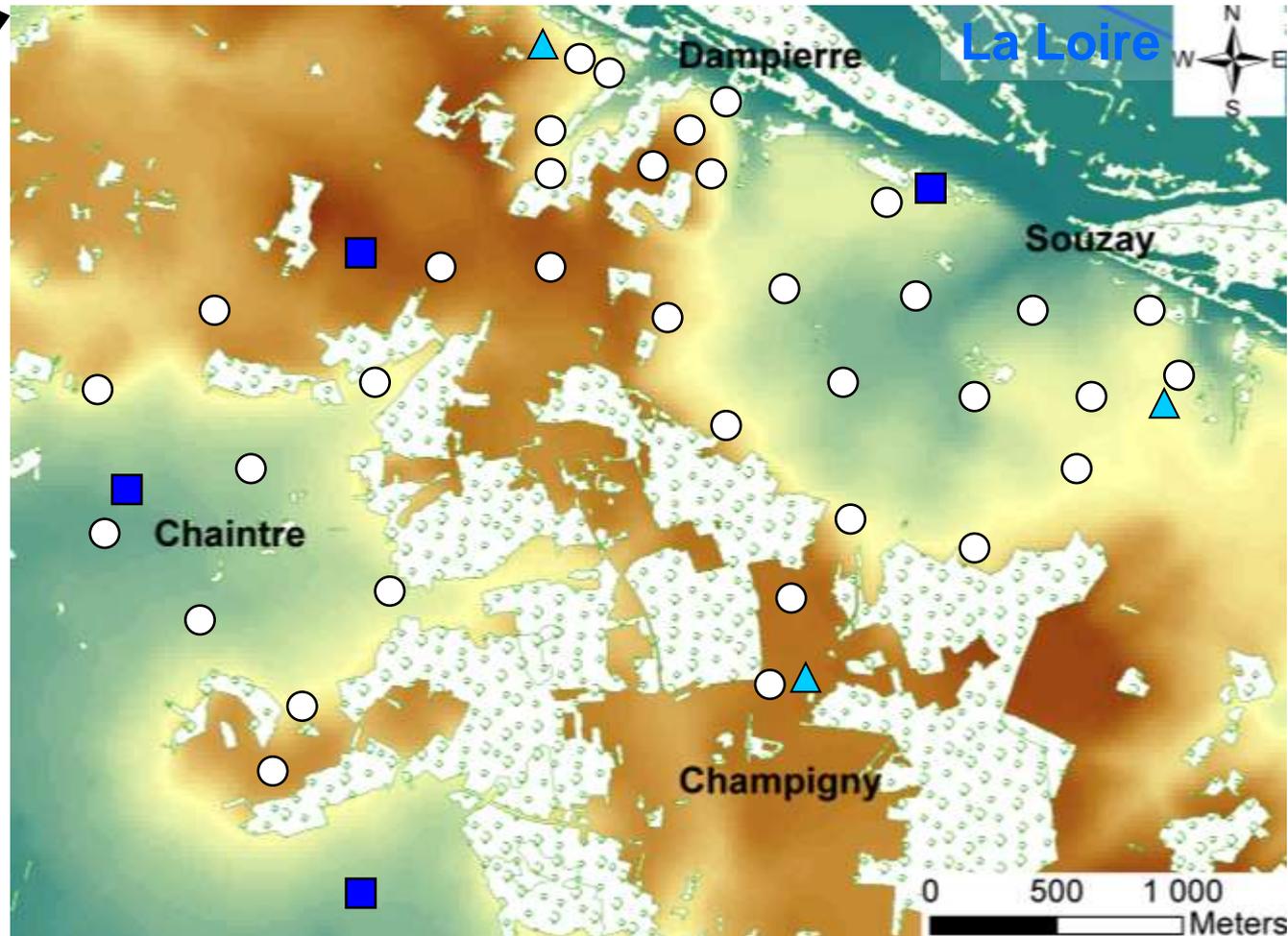
- Observation et la modélisation
  - Mieux évaluer les potentialités agroclimatiques actuelles et futures
  - Mieux raisonner les stratégies d'adaptation à mettre en place à différentes échelles spatio-temporelles

Approche modélisation :

- Finalisation du prototype « Quart de Chaume »
- Développement du prototype « Saumur Champigny »
- Développement du prototype « Bodega Alta Vista », Argentine

# Conclusions et Perspectives

## Exemple du dispositif dans l'AOP Saumur Champigny



- Capteur de température
- ▲ Pluviomètre
- Station Météorologique



Forêts, bois,  
haies, buissons

Altitude  
100 m  
↑  
20 m



0 500 1 000  
Meters

# Remerciements

## Financements :

→ Région Bretagne et INRA-SAD



→ FranceAgriMer et InterLoire



## Participation à des programmes de recherche :

→ GICC-TERADCLIM du CNRS de Rennes

« Adaptation au changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles »

→ Métaprogramme LACCAVE-INRA

→ UMT-Vinitera<sup>2</sup>



**Merci de votre attention**

