



Le changement climatique en Bourgogne : observations, simulations et impacts

Yves Richard, Benjamin Bois, Thierry Castel, Cédric Cussia, Marie-Cécile Deconninck, David Doll, Christophe Lecomte, Christine Monamy, Denis Thevenin, Julien Villery, et al.

► To cite this version:

Yves Richard, Benjamin Bois, Thierry Castel, Cédric Cussia, Marie-Cécile Deconninck, et al.. Le changement climatique en Bourgogne : observations, simulations et impacts. Colloque Développement durable, évolutions climatiques et droits de l'homme, Mar 2010, Dijon, France. hal-02758230

HAL Id: hal-02758230

<https://hal.inrae.fr/hal-02758230>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le changement climatique en Bourgogne : observations, simulations et impacts

**Yves Richard¹,
Benjamin Bois^{1,2}, Thierry Castel^{1,3}, Cédric Cuccia¹,
Marie-Cécile Deconninck⁴, David Doll¹, Christophe Lecomte⁵,
Christine Monamy⁶, Denis Thévenin⁷, Julien Villery¹ et Ywen Xu¹**

1 Centre de Recherches de Climatologie, UMR 5210, CNRS / université de Bourgogne, 6, Bd. Gabriel, 21000 Dijon

2 IUVV (Institut Universitaire de la Vigne et du Vin), université de Bourgogne, 6, Bd. Gabriel, 21000 Dijon

3 Dpt D2A2E, Agrosup Dijon, 16, Bd. Dr Petitjean, BP 87999, 21079 Dijon Cedex

4 CRPF Bourgogne, 18 Bd. Eugène Spuller, 21000 Dijon

5 UMR LEG, INRA Dijon, 17, rue de Sully, BP 86510, 21065 Dijon Cedex

6 BIVB (Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne), 6 rue des 16ème chasseurs, 21200 Beaune

7 Météo-France Côte d'or, 22-24, rue Louis de Broglie, 21000 Dijon



Plan de la présentation

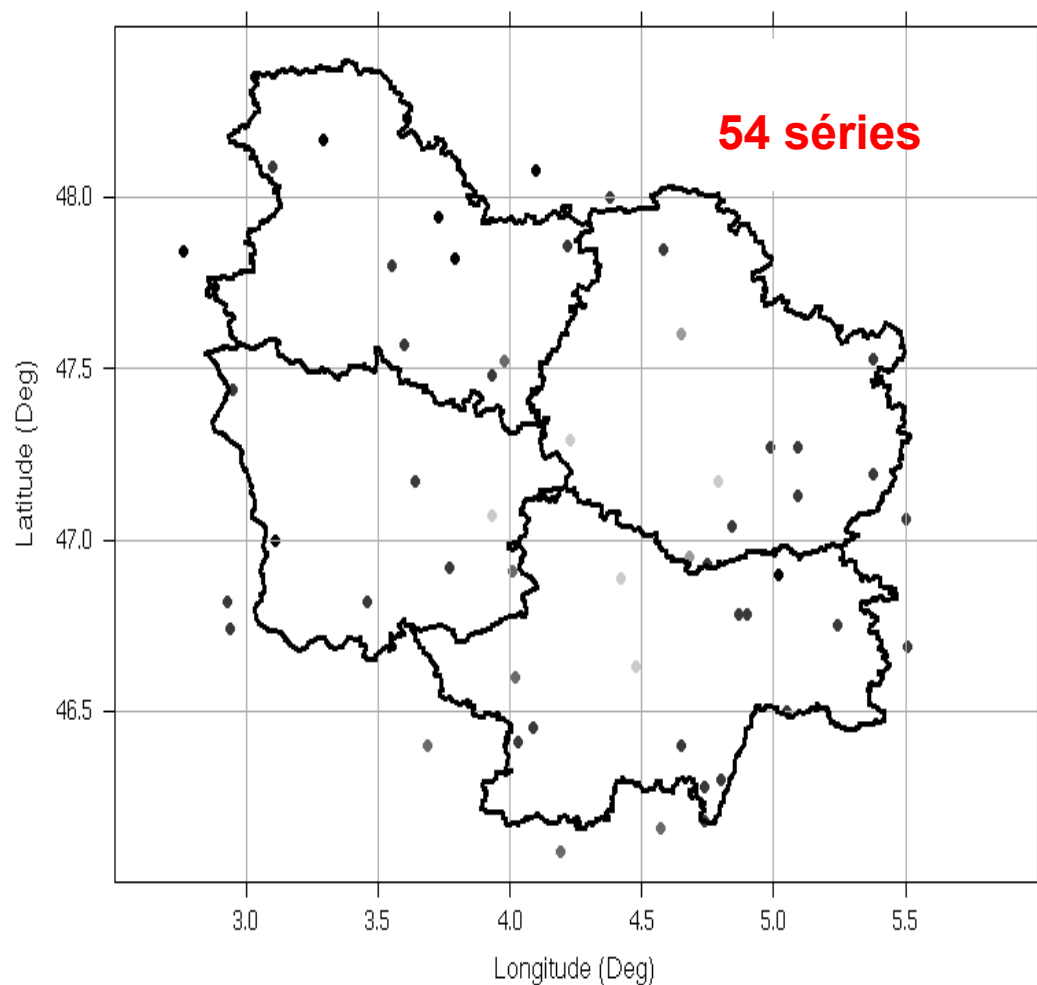
1. Le changement observé 1961-2007 (réseau de mesures Météo France)
2. Le changement simulé pour 2031- 2040 (scénario A2, modèles ARPEGE et WRF)
3. Impacts vigne et phénologie (données BIVB)
4. Impacts douglas et photosynthèse (satellite MODIS)
5. Impacts poids d'hiver et fortes gelées (facteur limitant indiqué par l'INRA)
6. Discussion et conclusion : des adaptations nécessaires

1.

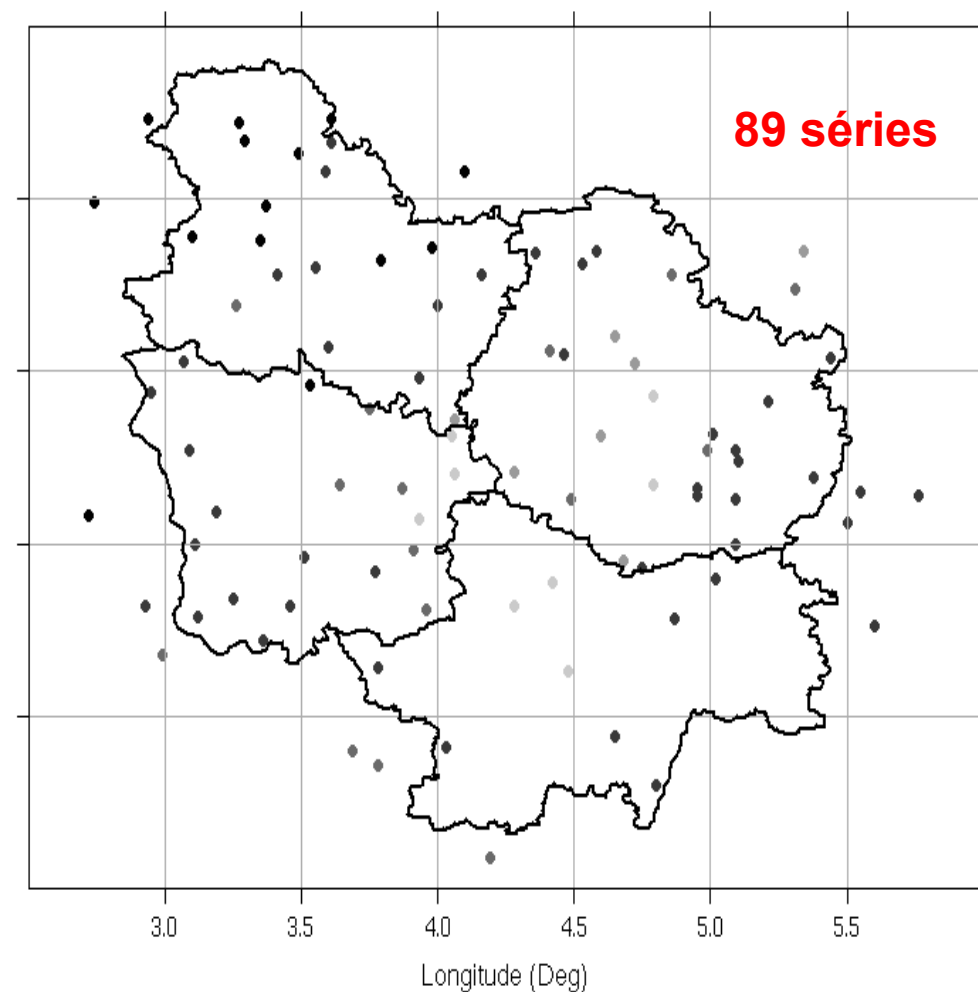
Changements climatiques observés en Bourgogne

Répartition des stations Météo France

Températures



Précipitations

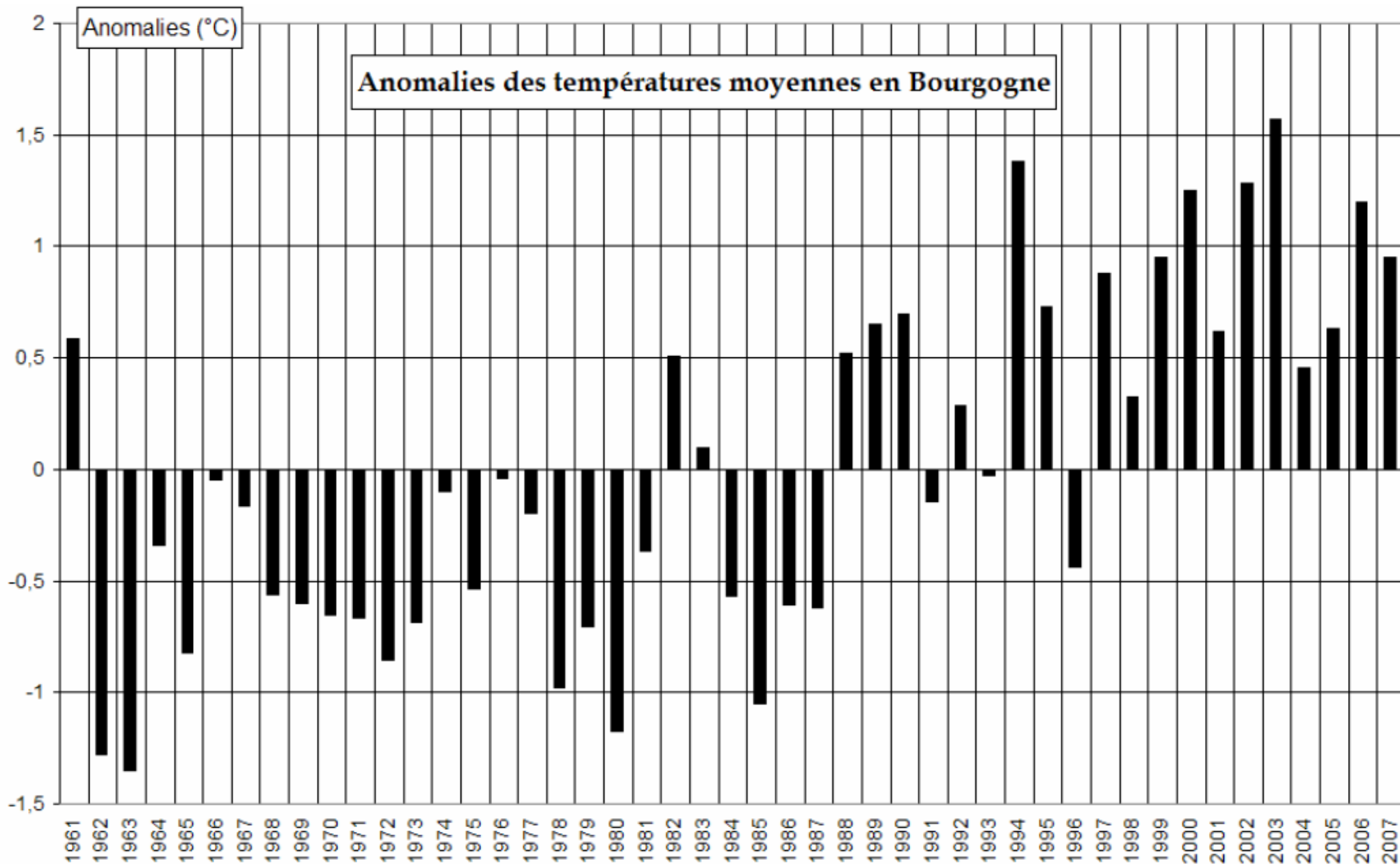


- Répartition homogène sur le territoire
- Période étudiée : 1961-2007

1.

Changements climatiques observés en Bourgogne

T° : écarts à la moyenne annuelle régionale (54 séries) 1961-2007



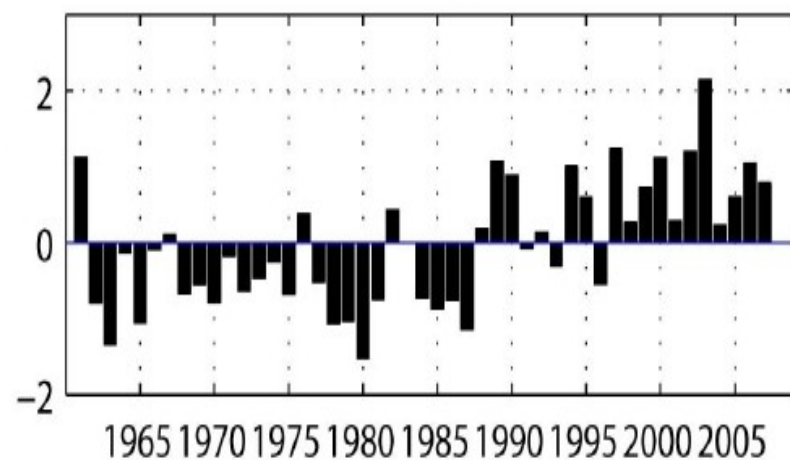
● **Température : nette augmentation sur 1961-2007**

1.

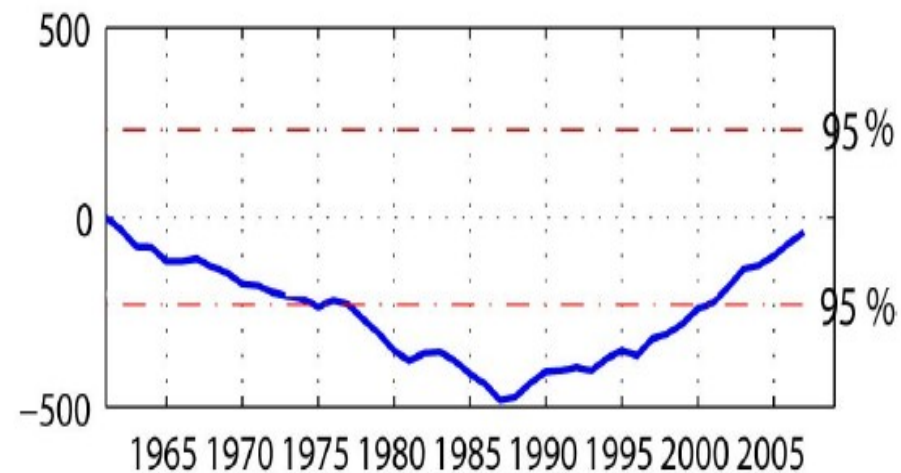
Changements climatiques observés en Bourgogne

T° : Recherche de ruptures de stationnarité (1961-2007)

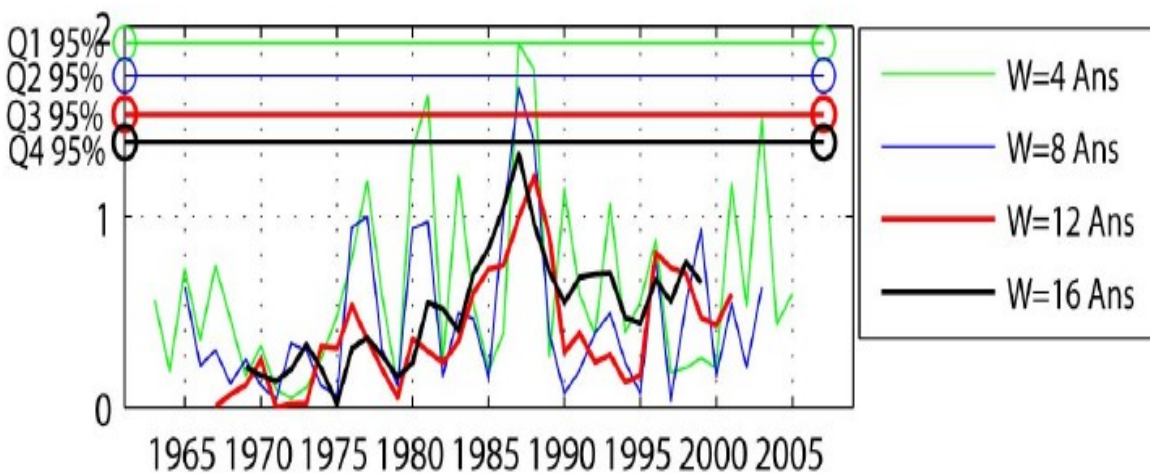
Anomalies temperatures



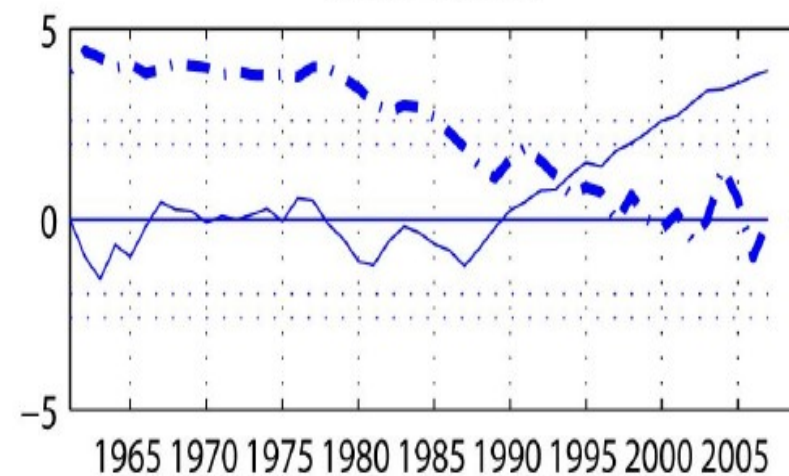
Pettitt



SMWDA



Mann-Kendall

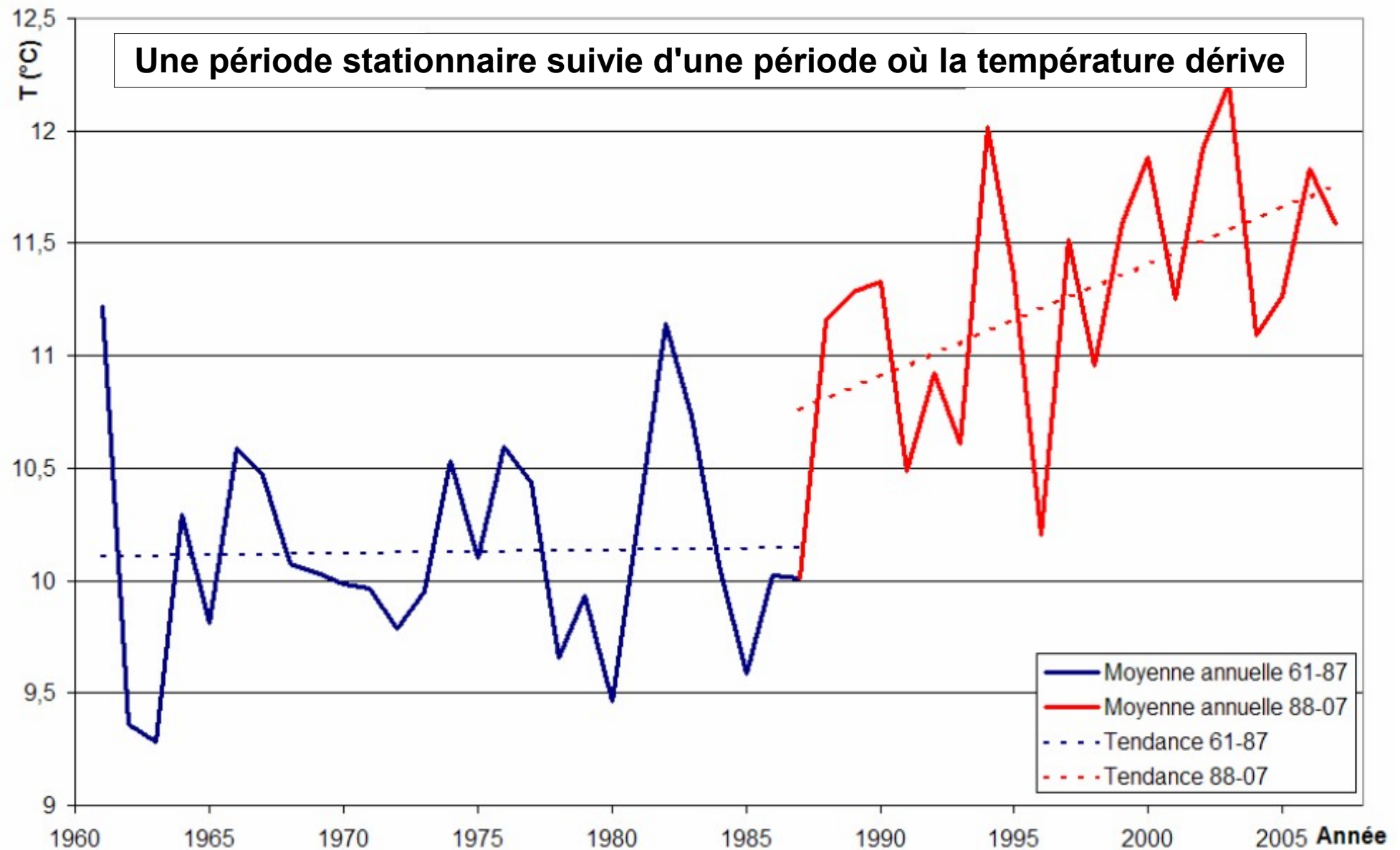


• Une rupture vers 1987

1.

Changements climatiques observés en Bourgogne

T° : deux périodes distinctes... et différentes



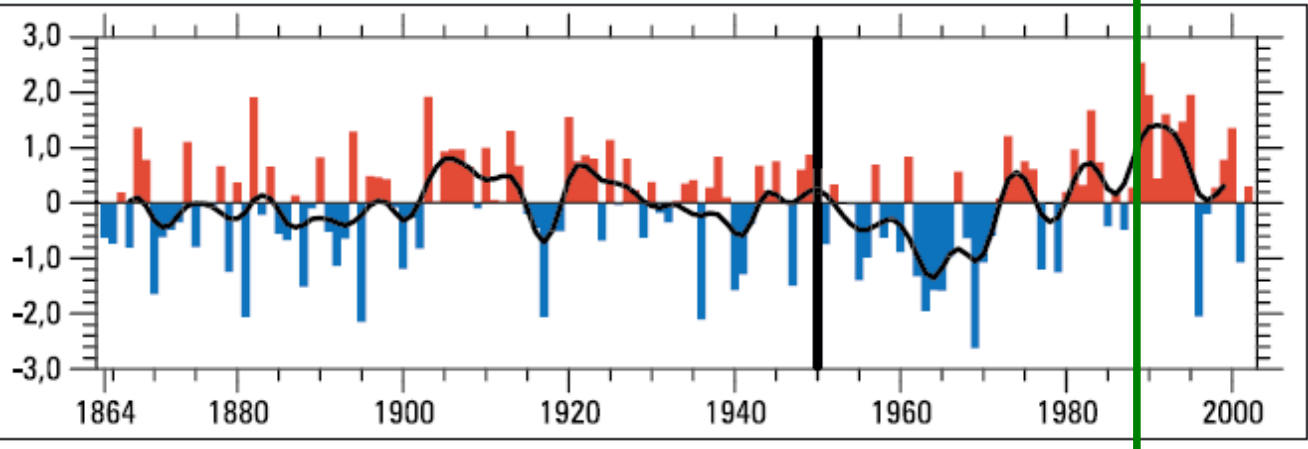
● Depuis 1987, le climat de la Bourgogne a changé, et change en permanence

1.

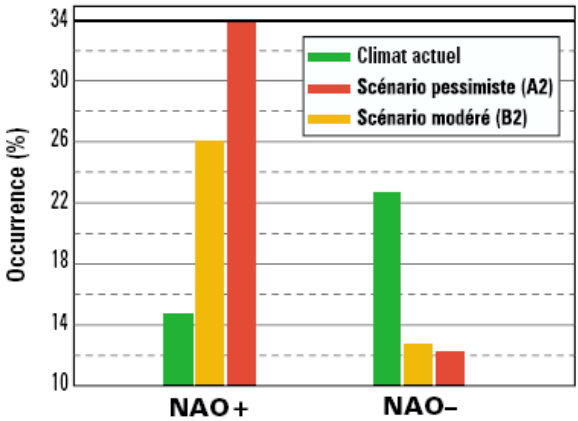
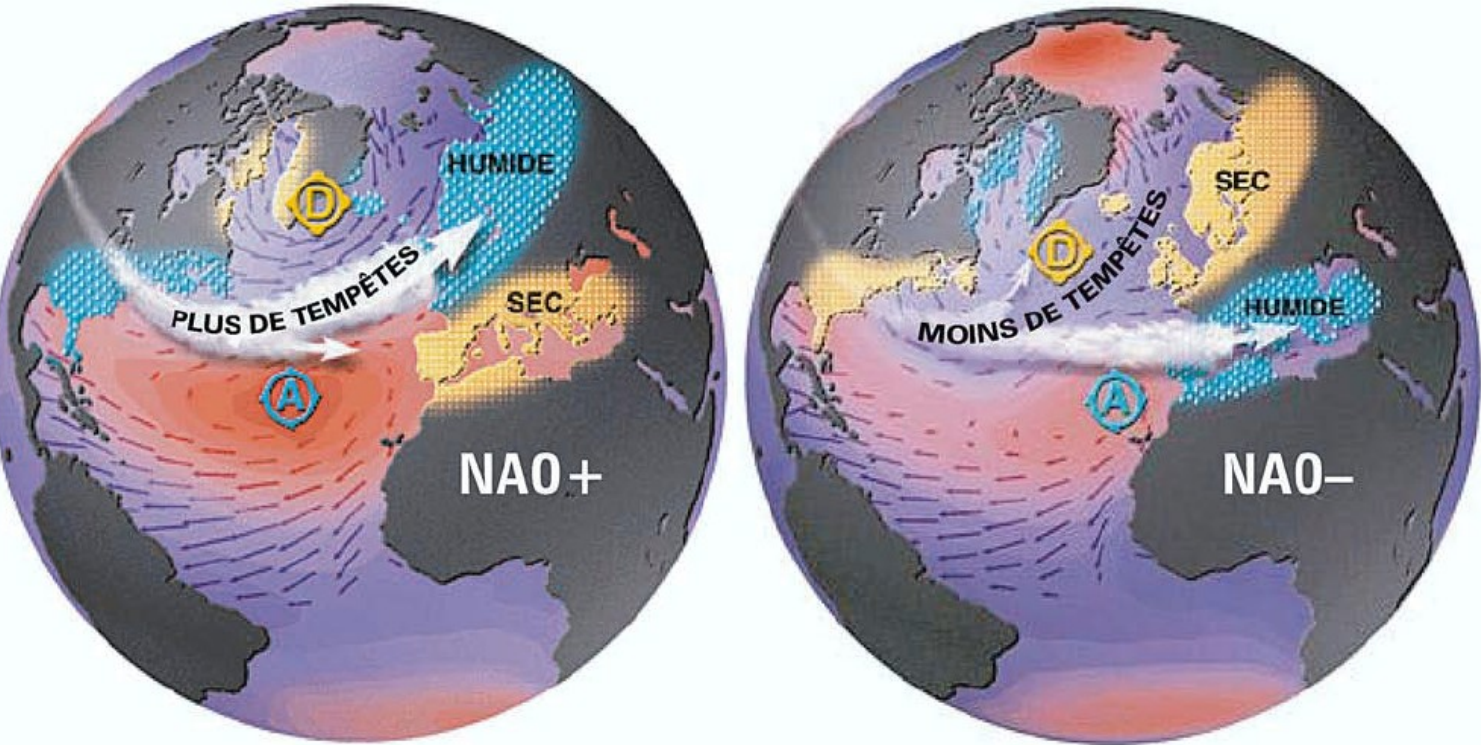
Changements climatiques observés en Bourgogne

Comment expliquer la rupture 1987/1988 ?

Hiver : influence de l'Oscillation Nord Atlantique (NAO)?



Indice NAO moyenné sur les mois d'hiver (mois de décembre à février) et calculé pour les stations de Lisbonne (Portugal) et Stykkisholmur (Islande). L'indice est présenté pour les hivers 1864 à 2002 (année du mois de janvier par convention). La barre noire verticale matérialise le début des fluctuations quasi décennales à la fin du XXe siècle. La courbe noire est une moyenne glissante de l'indice sur cinq ans.



Occurrence simulée des régimes NAO+ et NAO- à la fin du XXIe siècle pour les scénarios d'émission A2 et B2 et comparaison avec le climat actuel.

Schéma récapitulatif des impacts associés aux deux phases de l'oscillation nord-atlantique (NAO)

1.

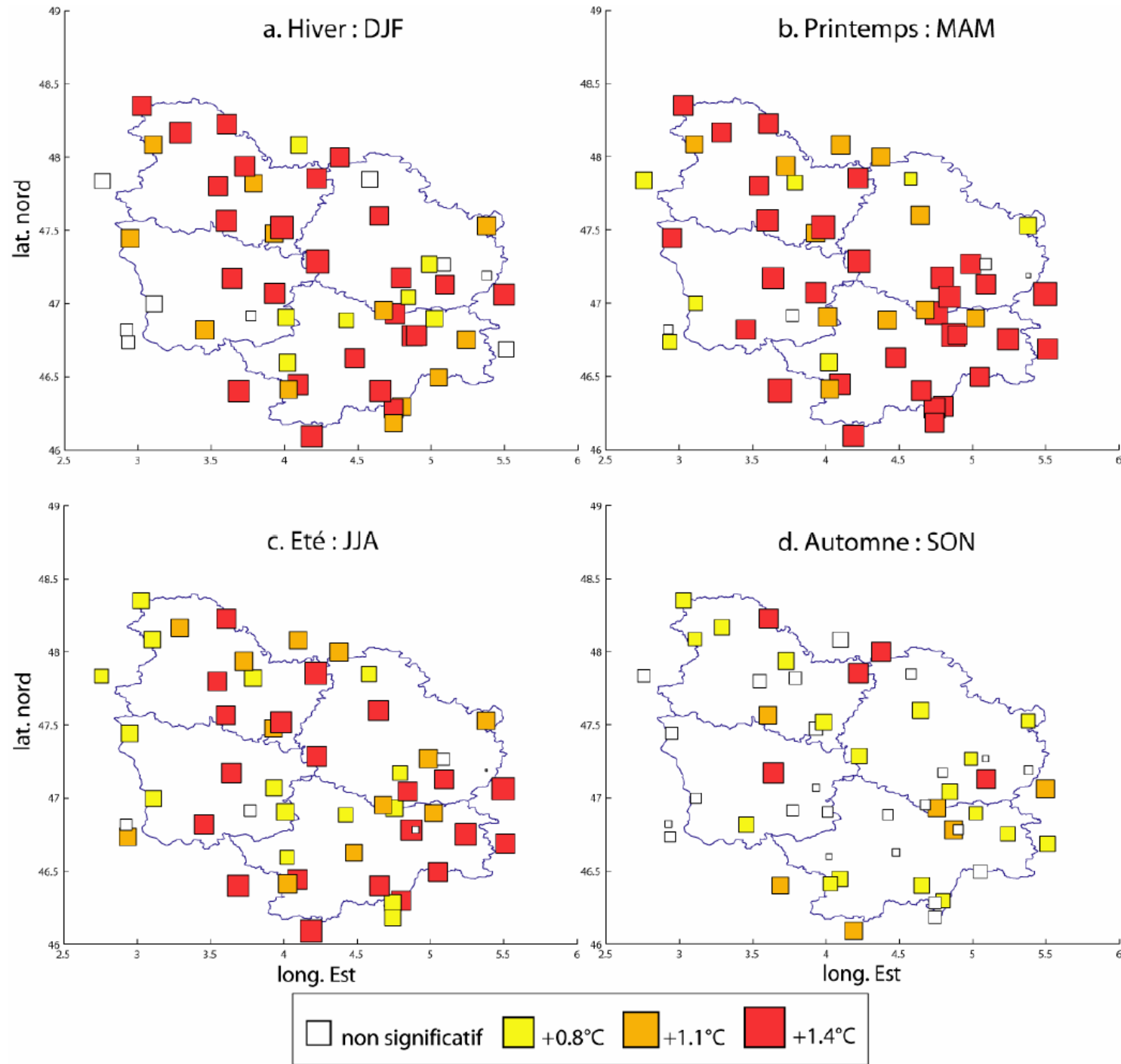
Changements climatiques observés en Bourgogne

T° : on revient aux stations et on distingue les saisons

Températures
Minimales

Moyenne 1988-2007
- Moyenne 1961-1987

Cartes



● T° nocturnes : le
changement concerne :
- toute la région ;
- toutes les saisons.

1.

Changements climatiques observés en Bourgogne

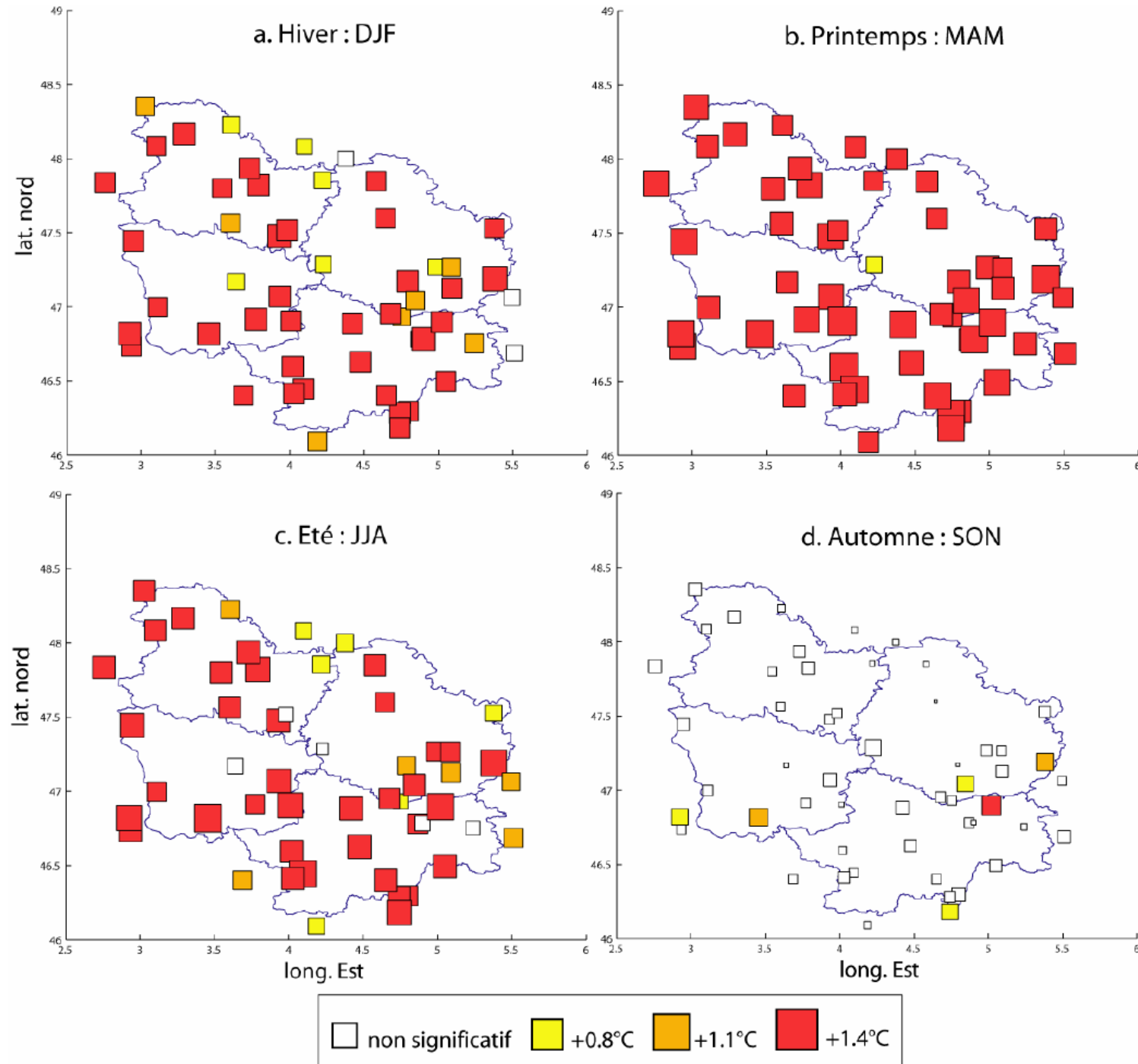
T° : on revient aux stations et on distingue les saisons

Températures
Maximales

Moyenne 1988-2007
- Moyenne 1961-1987

Cartes

● Températures diurnes :
le changement est
encore plus marqué
(sauf en automne).



1.

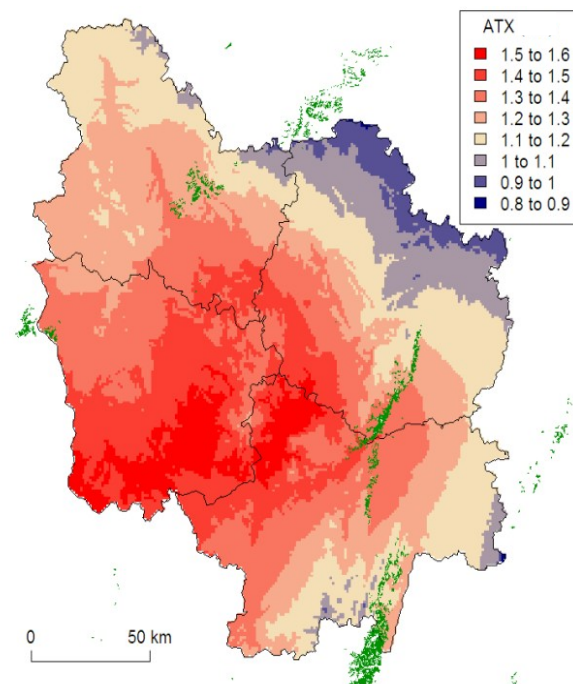
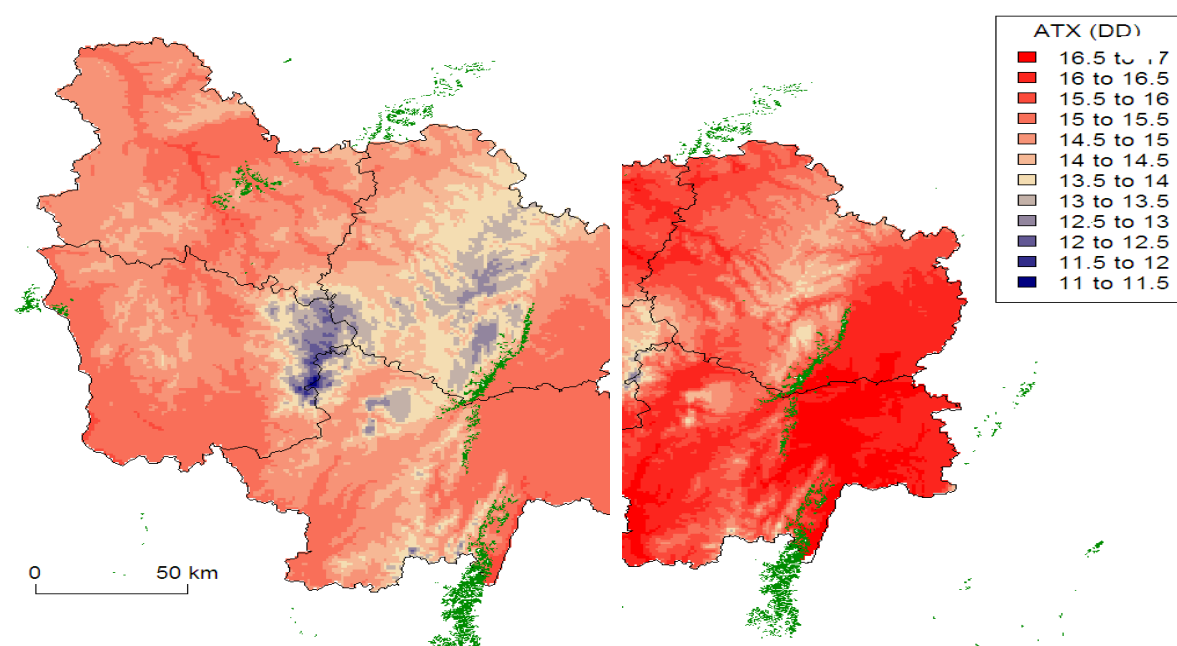
Changements climatiques observés en Bourgogne

T° : on interpole (on crée de l'information en tous points)

Températures maximales
1968-1987

Températures maximales
1988-2007

Différences
1988-2007 / 1968-1987



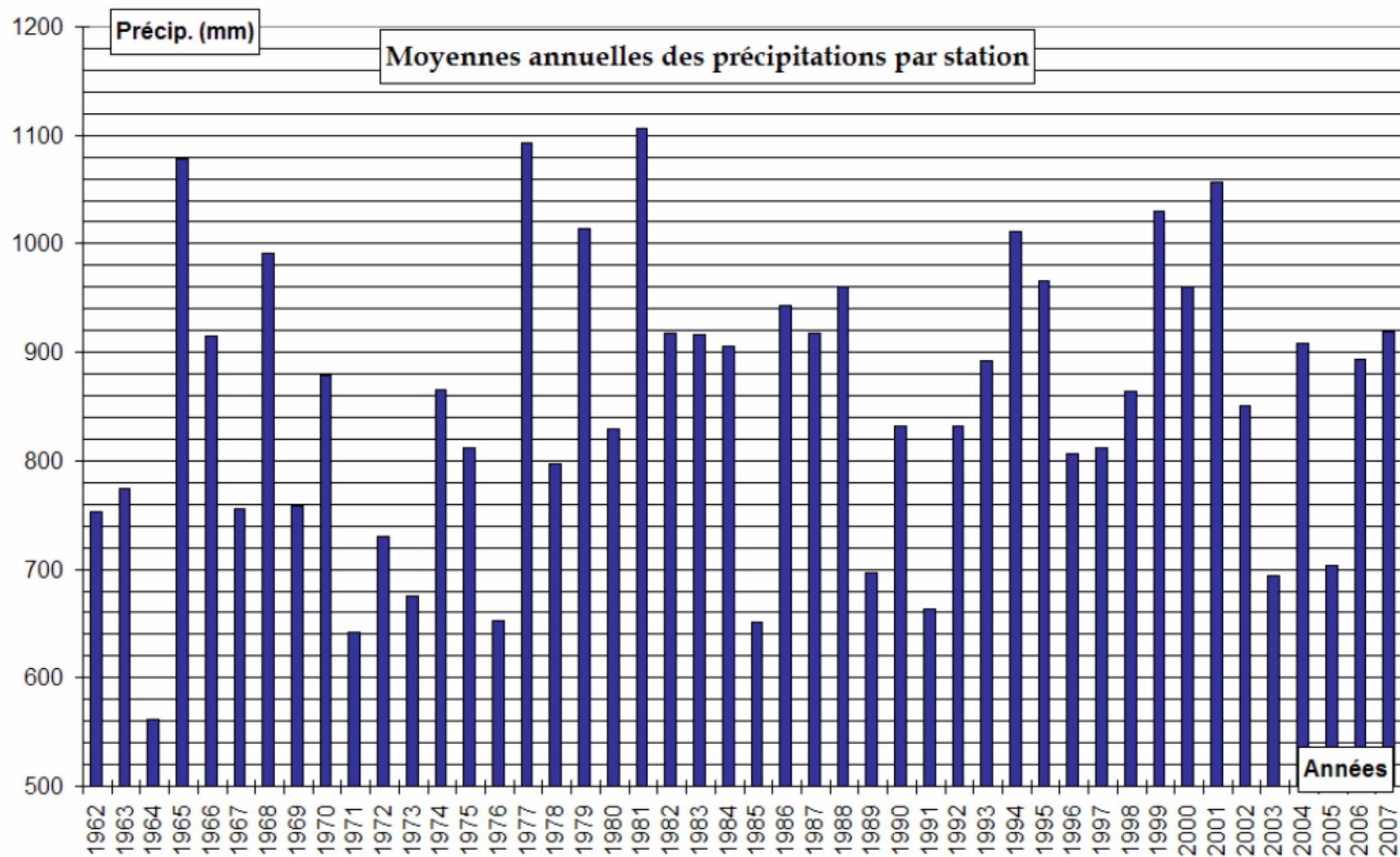
Méthode de spatialisation : Splines en plaques minces/MNT

● **Températures diurnes : le réchauffement s'inscrit selon un gradient nord-est → sud-ouest conforme aux résultats trouvés à l'échelle nationale (Moisselin).**

1.

Changements climatiques observés en Bourgogne

Précipitations : moyenne annuelle (non pondérée) des séries Météo France

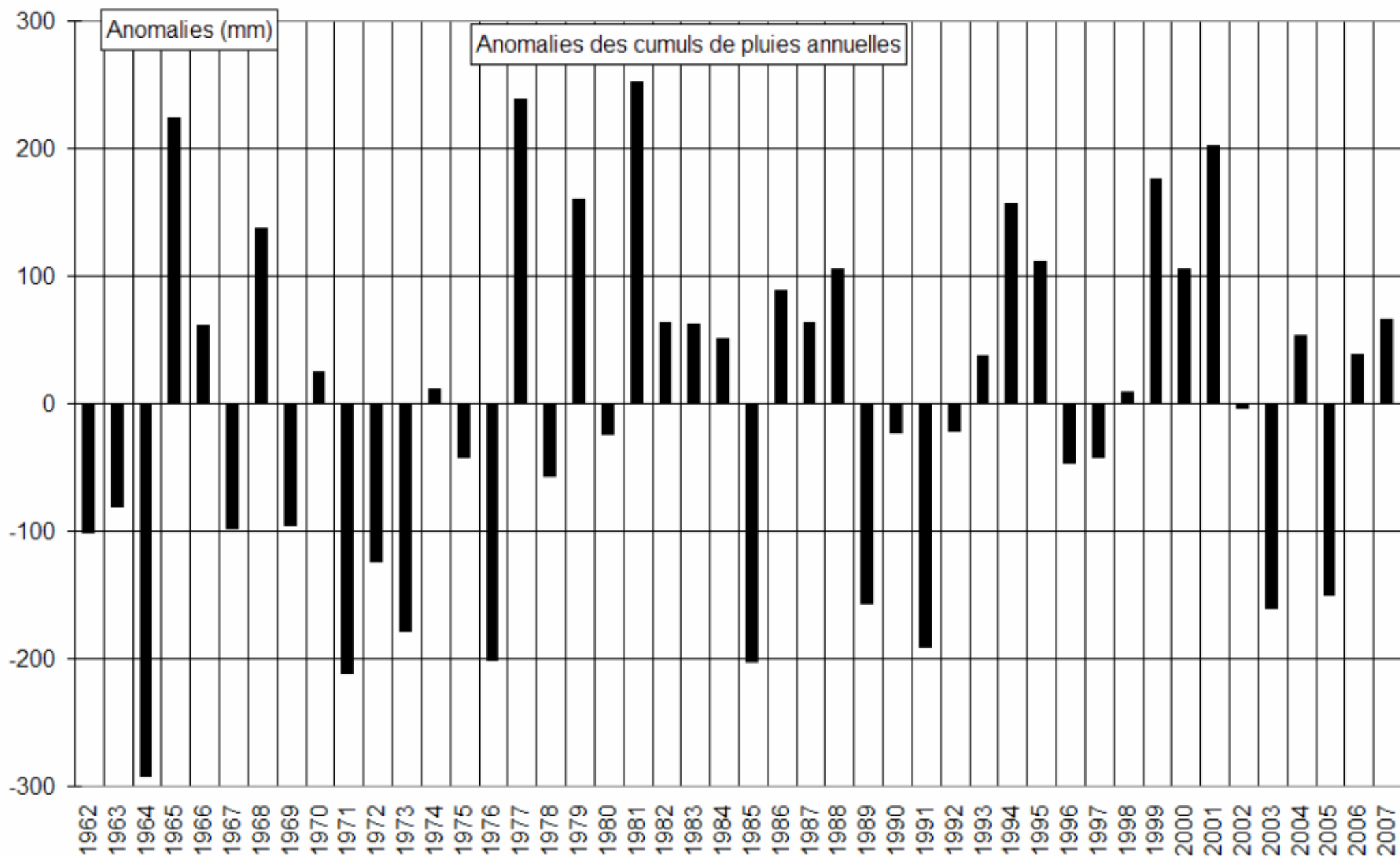


● **Précipitations : pas d'évolution nette sur 1961-2007**

1.

Changements climatiques observés en Bourgogne

Précipitations (moyenne spatiale) : écarts à la moyenne annuelle



● **Précipitations : la variabilité interannuelle domine**

1.

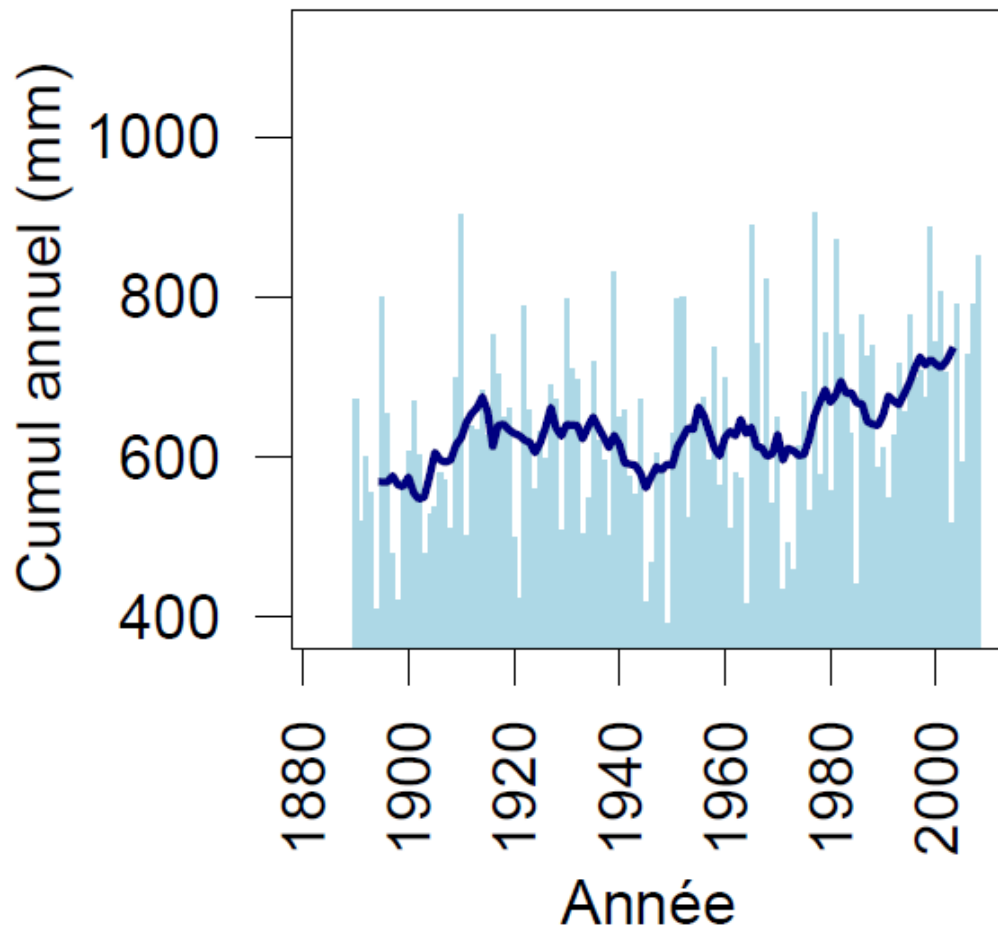
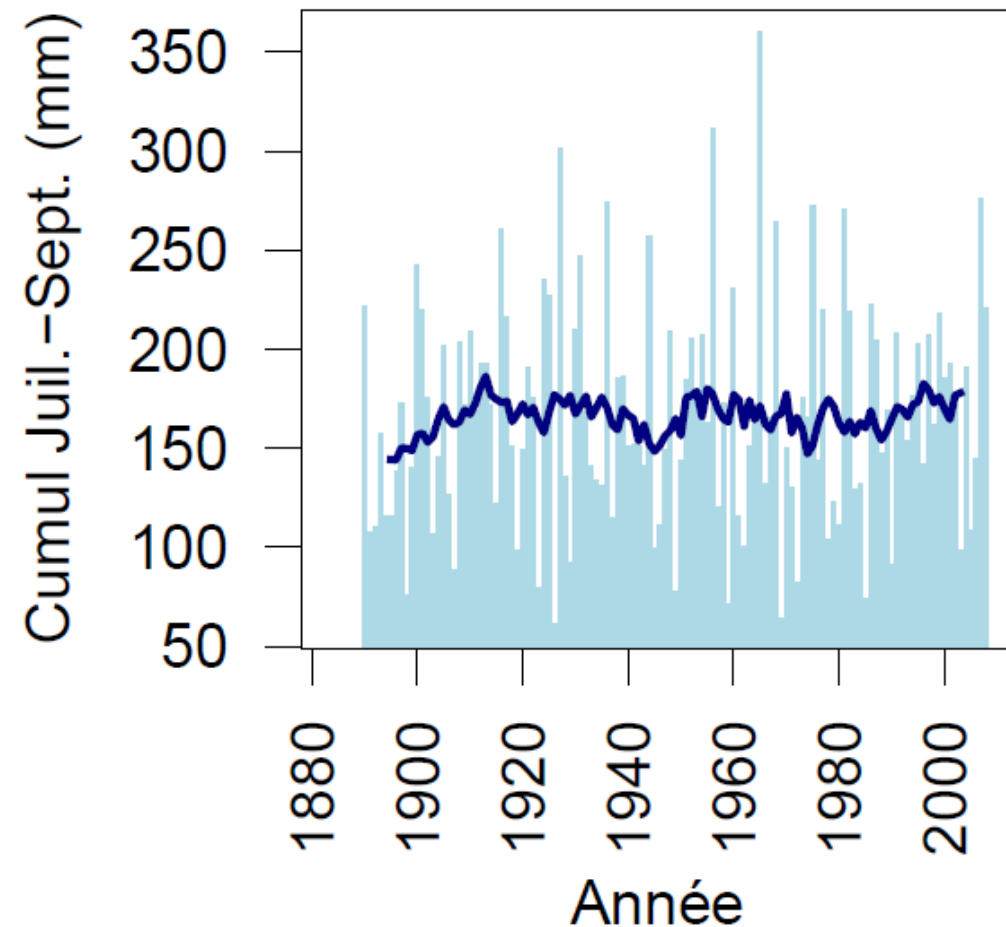
Changements climatiques observés en Bourgogne

Cumuls de précipitations enregistrés la station de Dijon-Longvic, depuis 1890 (série homogénéisée ; source Météo-France)

a : cumuls annuels ;

b : cumuls en période estivale (du 1^{er} juillet au 30 septembre).

Les lignes épaisses correspondent aux moyennes mobiles sur 11 ans

**a****b**

● **Précipitations : sur une série homogénéisée, représentative du dijonnais, une augmentation des pluies annuelles apparaît (mais pas en été)**

1.

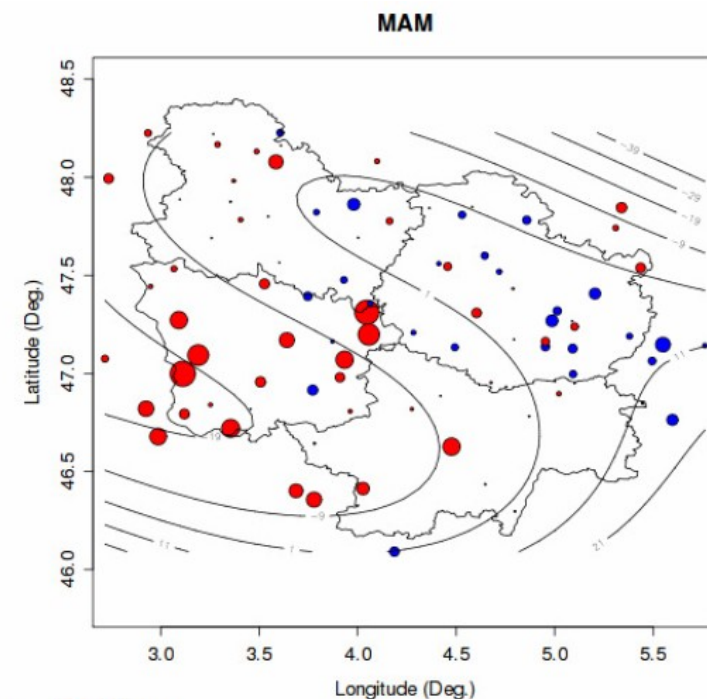
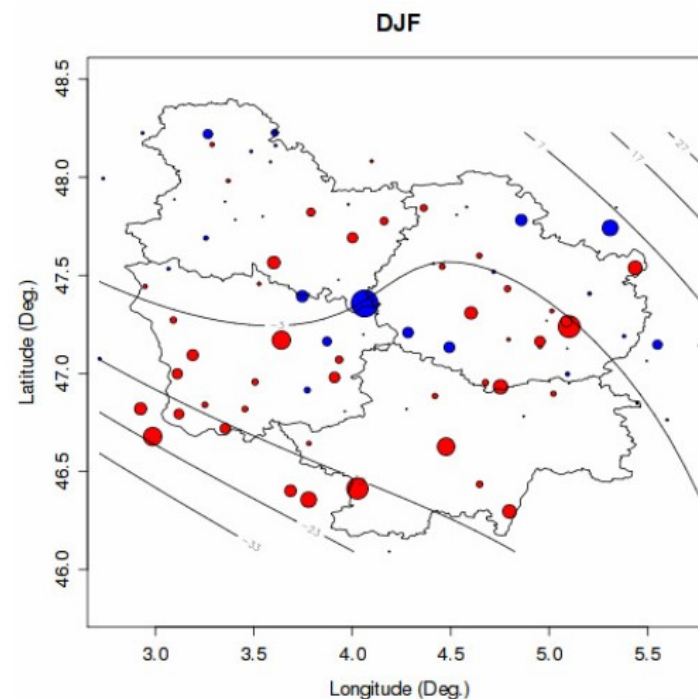
Changements climatiques observés en Bourgogne

Précipitations : on revient aux stations et on distingue les saisons

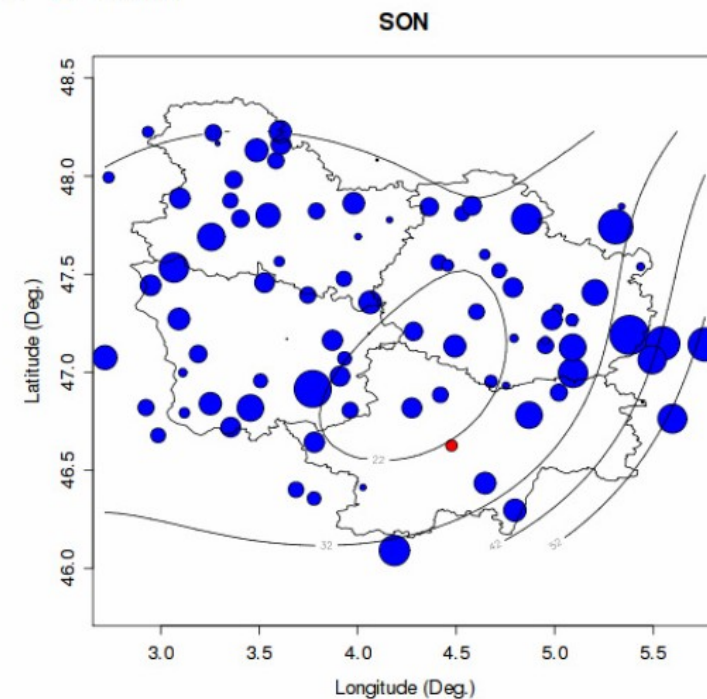
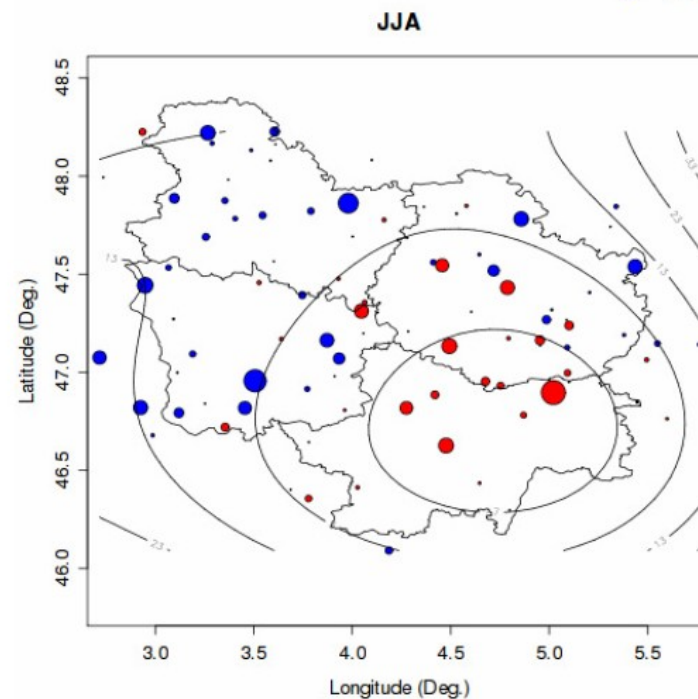
Volume des pluies

Moyenne 1988-2007
- Moyenne 1961-1987

Cartes



● + 20 mm ● - 20 mm



● Précipitations : pas de cohérence spatiale des évolutions, hormis pour l'augmentation des volumes automnaux.

1.

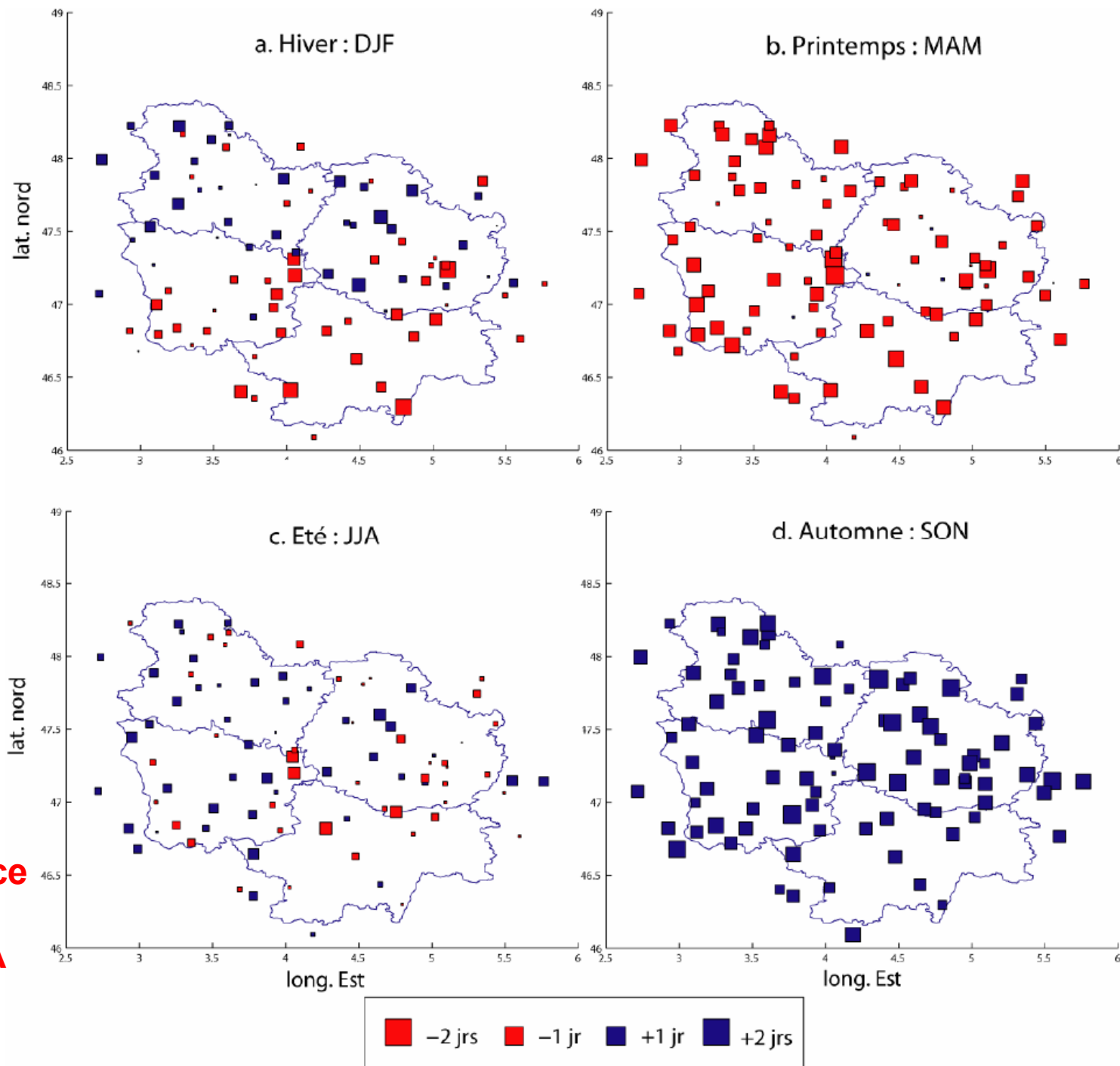
Changements climatiques observés en Bourgogne

Précipitations : nombre de jours de pluies

Nombre de
Jours de pluie

Moyenne 1988-2007
- Moyenne 1961-1987

Cartes



● Nombre de jours de pluies: moindre fréquence printanière / plus grande fréquence automnale ? A confirmer.....

1.

Changements climatiques observés en Bourgogne

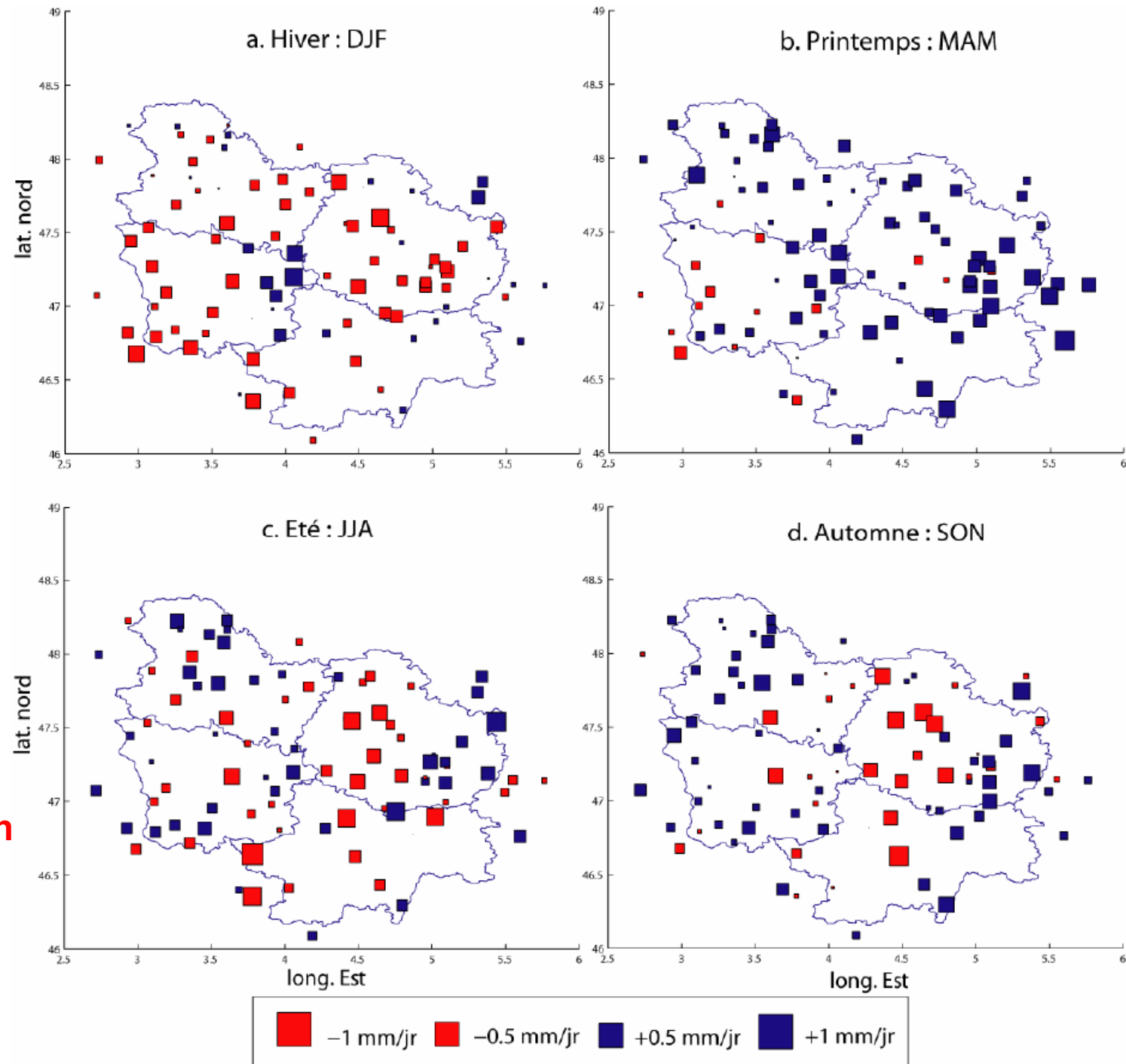
Précipitations : intensité

Lame d'eau moyenne
/
Jour de pluie

Moyenne 1988-2007
- Moyenne 1961-1987

Cartes

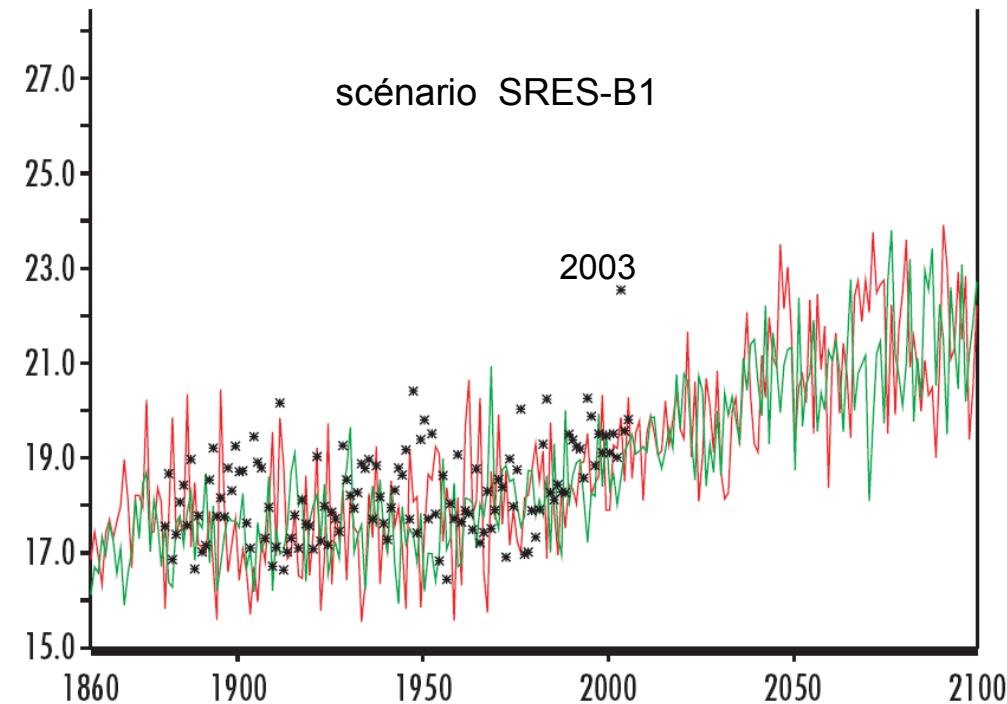
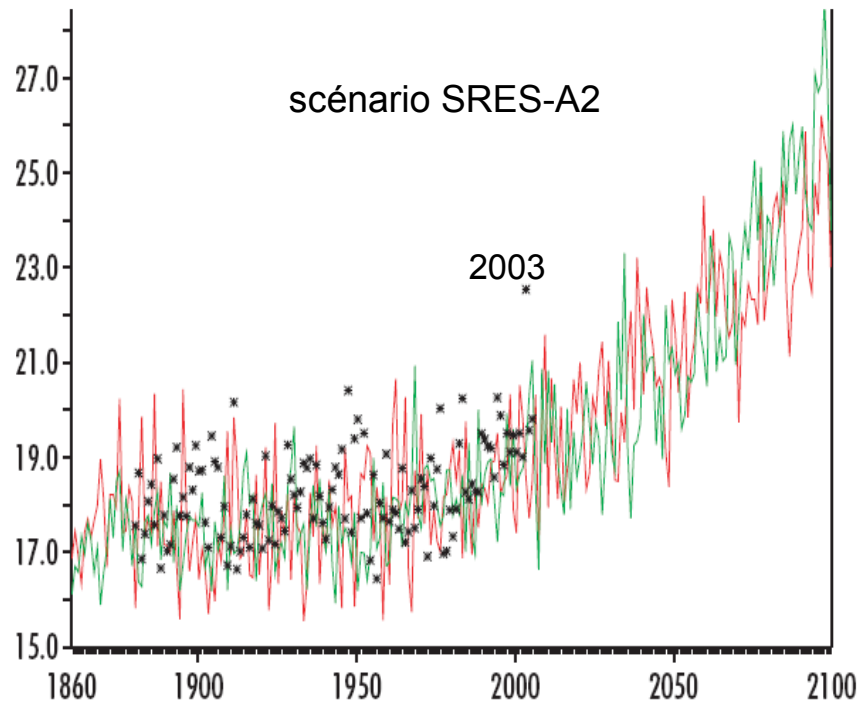
● Intensité des pluies: rien
de net



2.

Quelles évolutions pour le siècle à venir ? en France

Évolution de la température moyenne (°C) juin-août en France métropolitaine



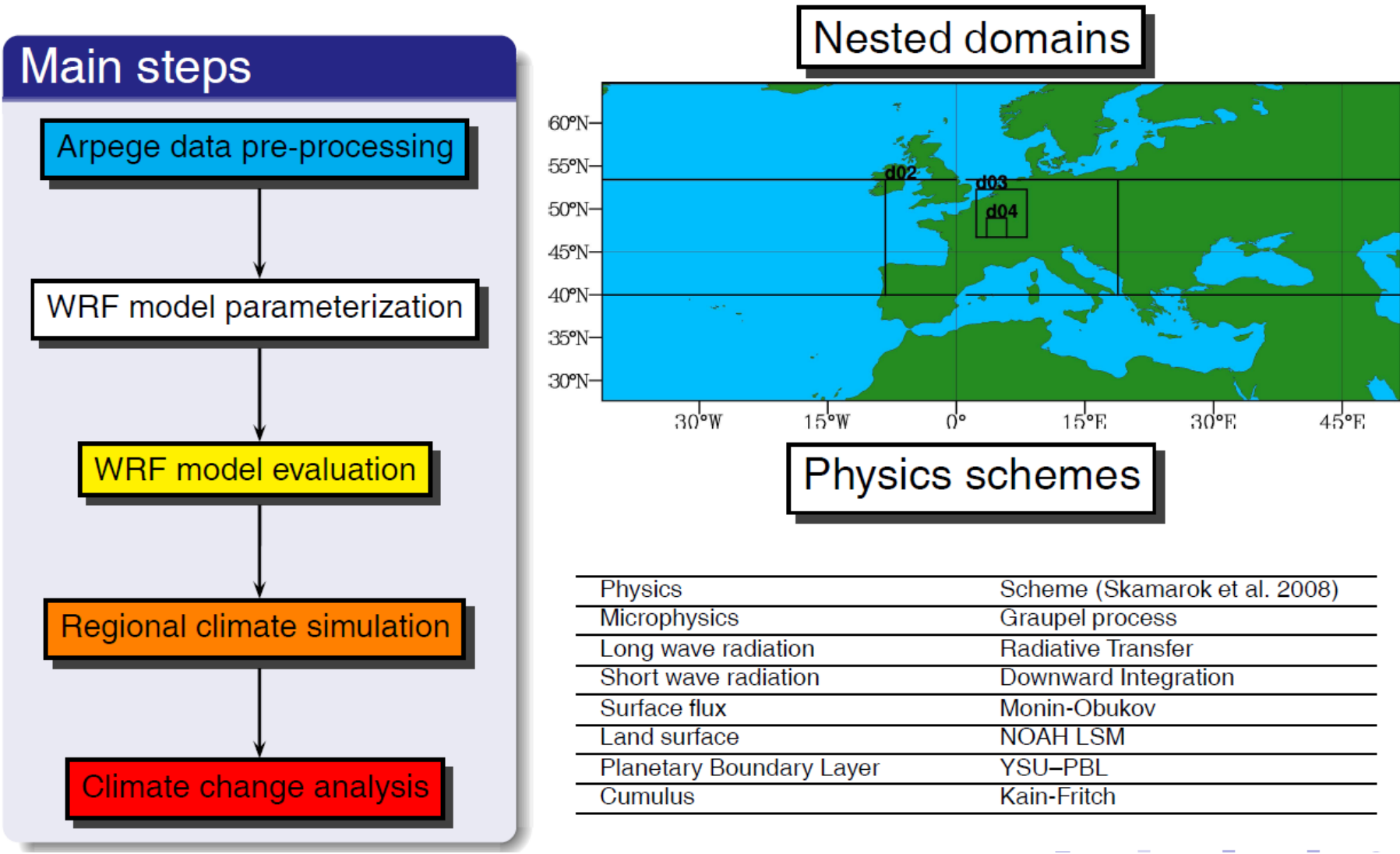
Observée (étoiles noires, de 1880 à 2005).
Simulée par les modèles du CNRM (en rouge) et de l'IPSL (en vert).
L'été 2003 est bien visible.
Les observations proviennent de Météo France).

- **Le réchauffement amorcé dans les années 80 devrait se poursuivre au XXI^e siècle**
- **En s'accéléralant ou en décélérant à la fin du siècle selon les émissions de Gaz à effet de serre**

2.

Quelles évolutions pour le siècle à venir, en Bourgogne :
Méthode : désagrégation numérique par modèles emboîtés

ARPEGE (CNRM) en amont du Modèle de Climat Régional WRF (implanté au CRC)

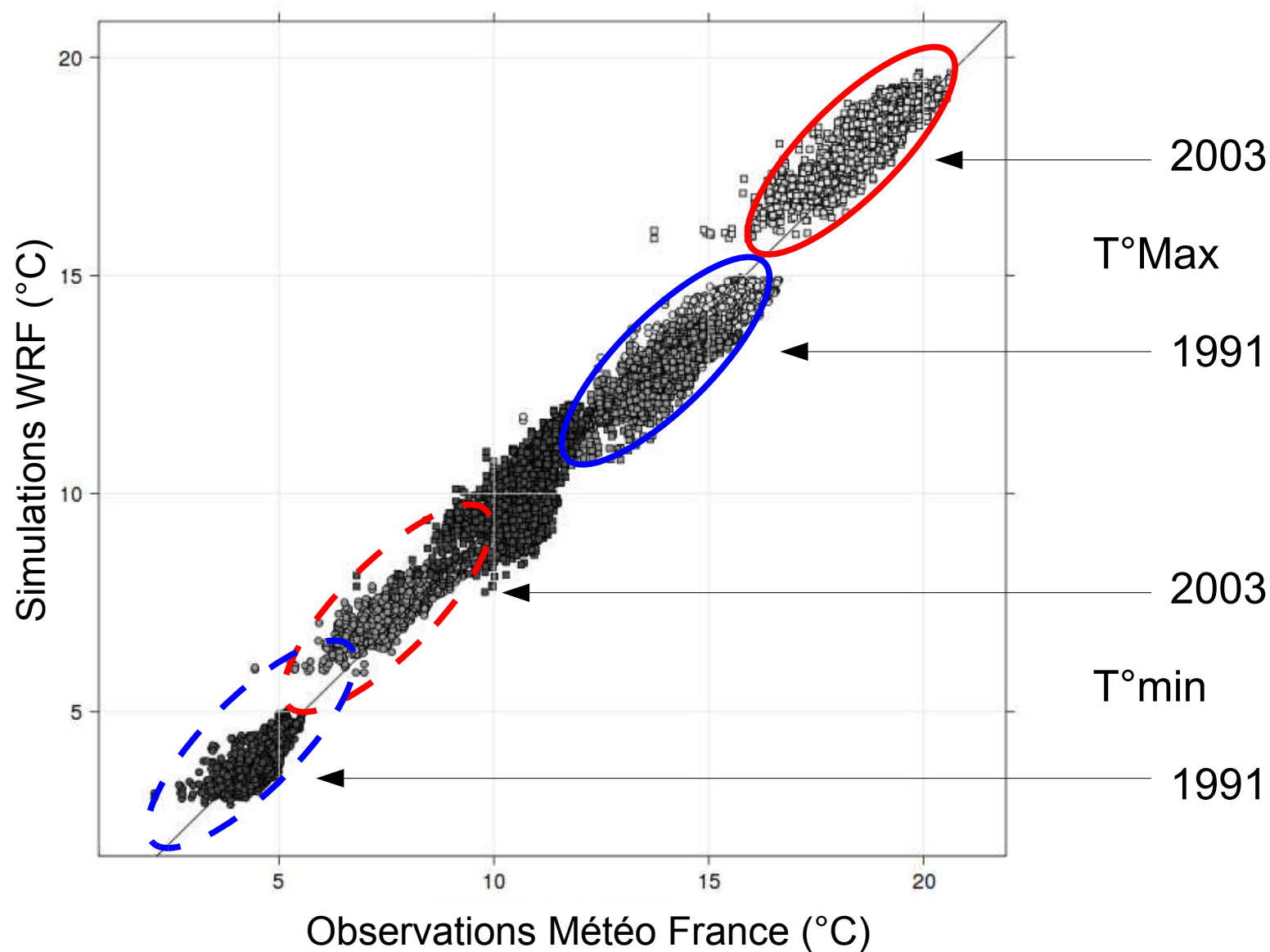


Simulations avec WRF forcé par ARPEGE scénario A2 : 1971-80 et 2031-2040

2.

Quelles évolutions pour le siècle à venir, en Bourgogne : Validation par confrontation avec des observations

Confrontation 1991 « climat actuel » et 2003 « climat futur »



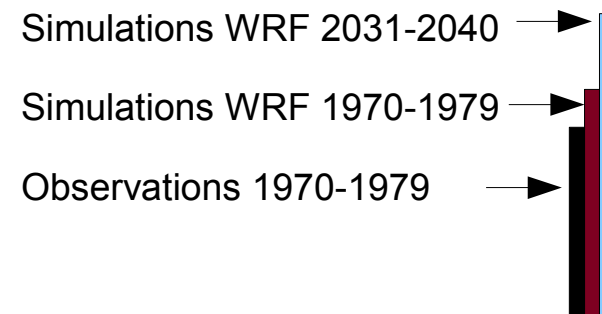
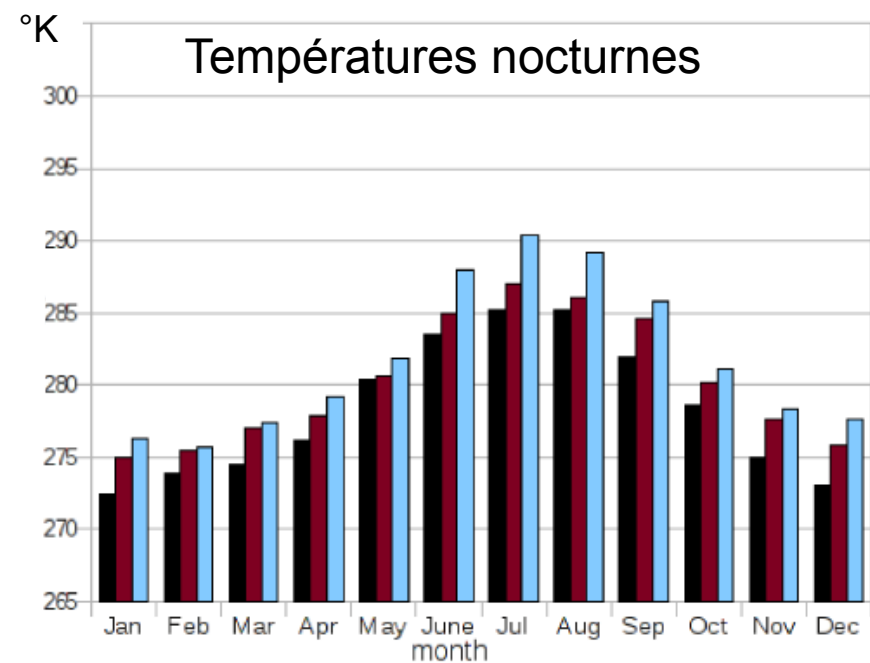
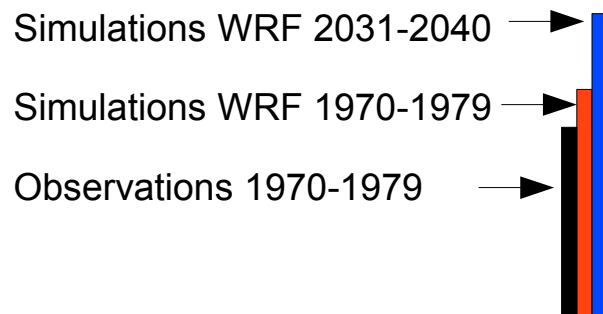
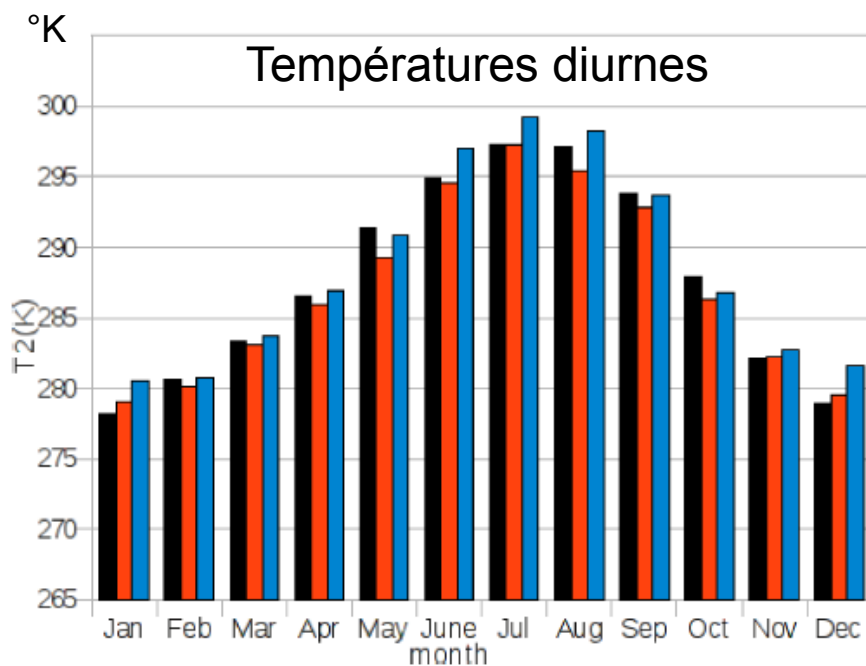
**WRF reproduit bien les T° observées et leur distribution spatiale
En contexte actuel (1991) comme en contexte chaud (2003)**

2.

Quelles évolutions pour le siècle à venir, en Bourgogne :

Simulations mensuelles

Températures mensuelles observées (1971-1980) et simulées (1971-1980 et 2031-2040)

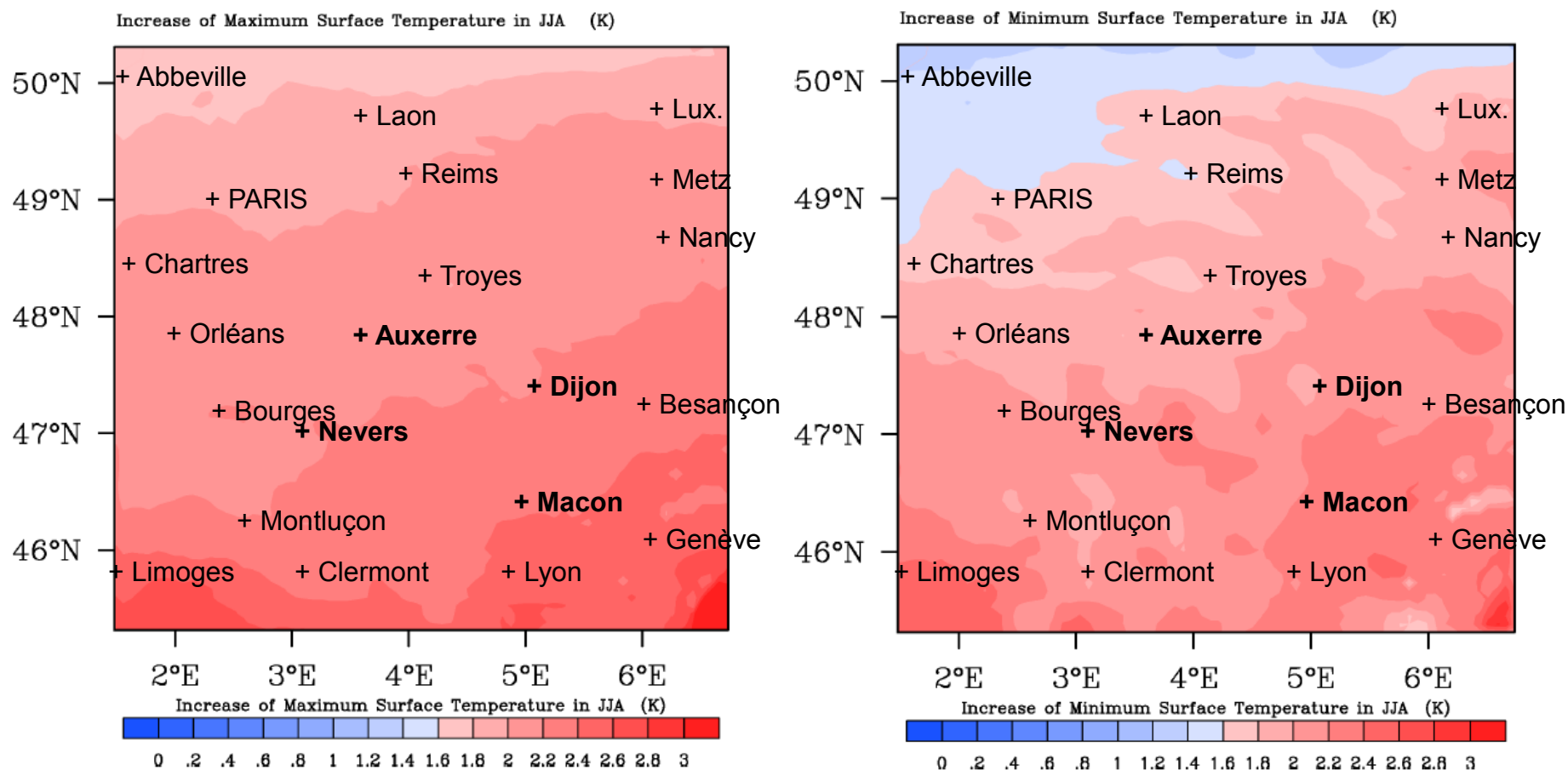


- WRF simule bien le rythme saisonnier des T°
- Les T° diurnes simulées par WRF sont un peu trop élevées (comparées aux obs sur 1971-1980)
- La différence 2031-2040 / 1971-80 va de 2 à 5°C (mini en hiver la nuit, maxi en été le jour)
- Ceci est cohérent par rapport aux différences observées entre 1961-87 et 1988-2007.

2.

Quelles évolutions pour le siècle à venir, en Bourgogne : Cartographie des simulations estivales

Températures Juin-Juillet-Août : différences 2031-2040 / 1971-1980

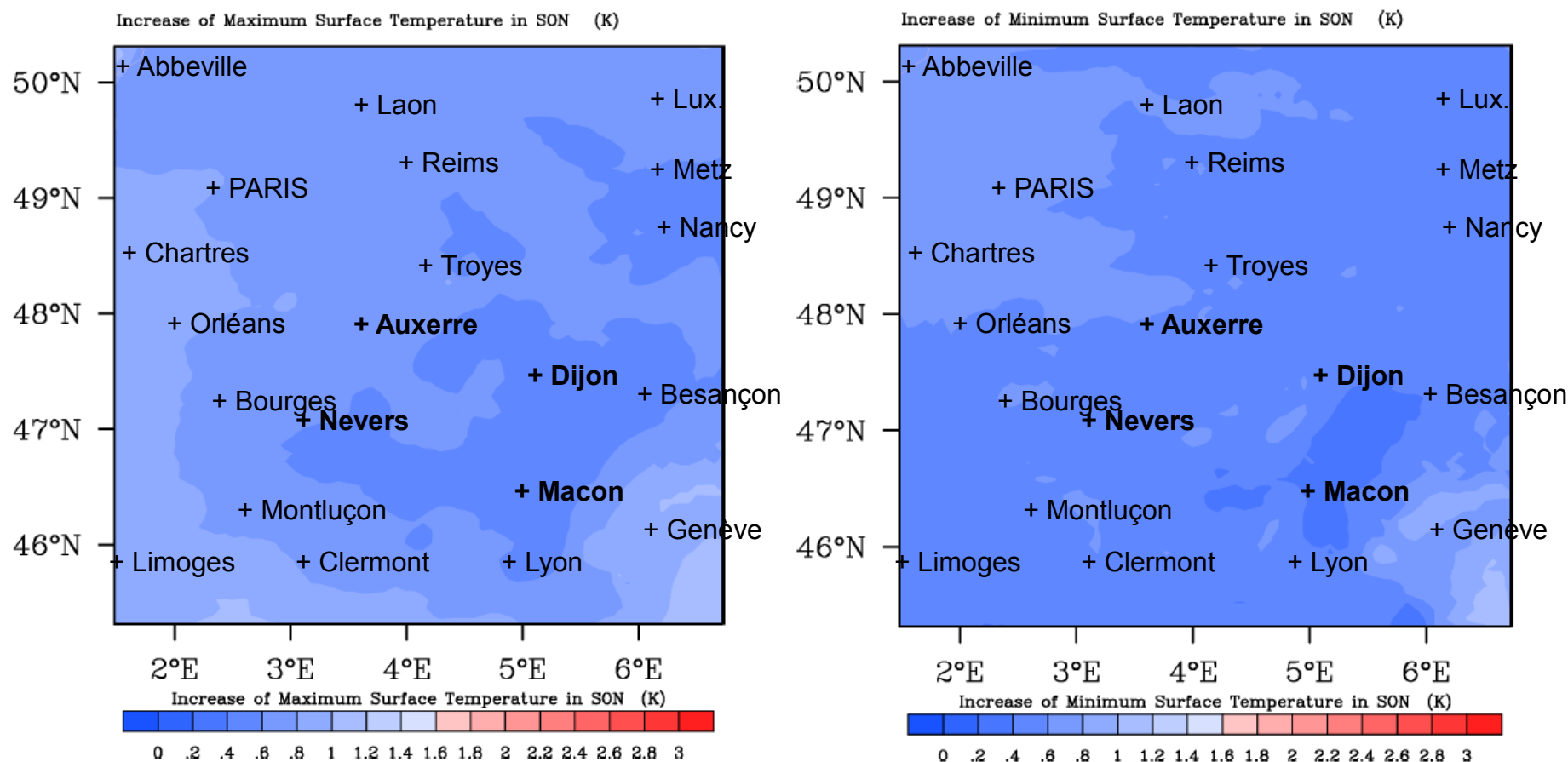


- En été, le réchauffement pour 2031-2040 concernerait toute la Bourgogne
- Partout il serait plus marqué le jour (T Max) que la nuit (T min)
- Il serait moindre au nord (Bassin Parisien) et maximal au sud (Massif Central - Alpes).

2.

Quelles évolutions pour le siècle à venir, en Bourgogne : Cartographie des simulations automnales

Températures Septembre-Octobre-Novembre : différences 2031-2040 / 1971-1980



- En automne, le réchauffement pour 2031-2040 serait beaucoup plus faible
- Il ne présenterait pas de structure spatiale particulière
- Ici encore les simulations pour 2031-2040 sont conformes et prolongent les différences déjà observées (1988-2007 / 1961-1987)
- Ceci donne une certaine confiance en ces résultats

Prendre en compte le changement climatique

Trois exemples d'applications en Bourgogne

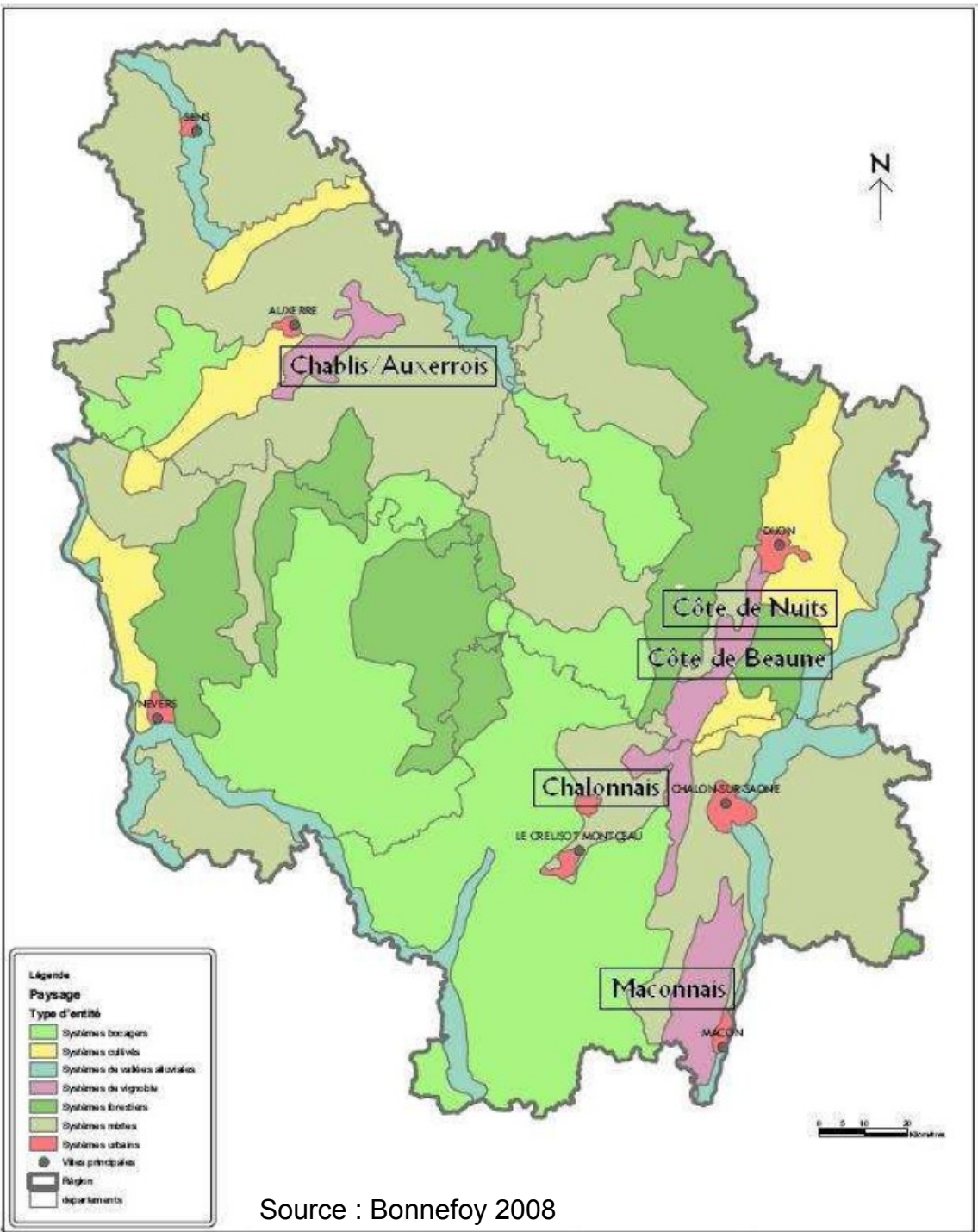
Vigne, sylviculture du douglas et pois d'hiver



Occupation des sols
&
Principaux vignobles



Source : www.winetourismeinfrance.com



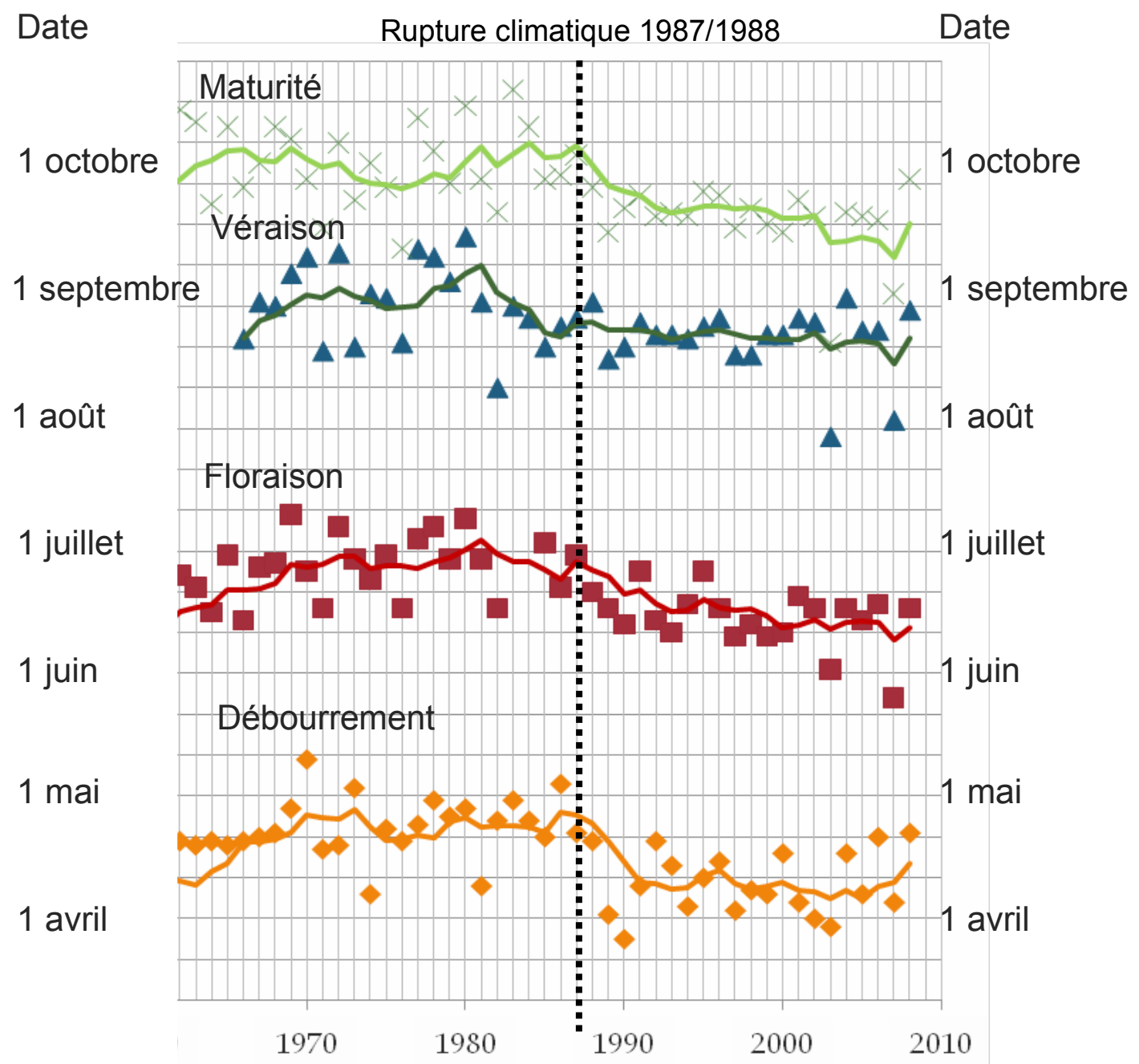
Source : Bonnefoy 2008

3.

Application à la viticulture

Évolution des stades phénologiques (domaine Louis Latour)

● 4 stades phéno
+ précoces ces 2
dernières
décennies



Indice de Winkler (1944)

$$IW = \sum_{1/04}^{31/10} (T_m > 10^{\circ}C)$$

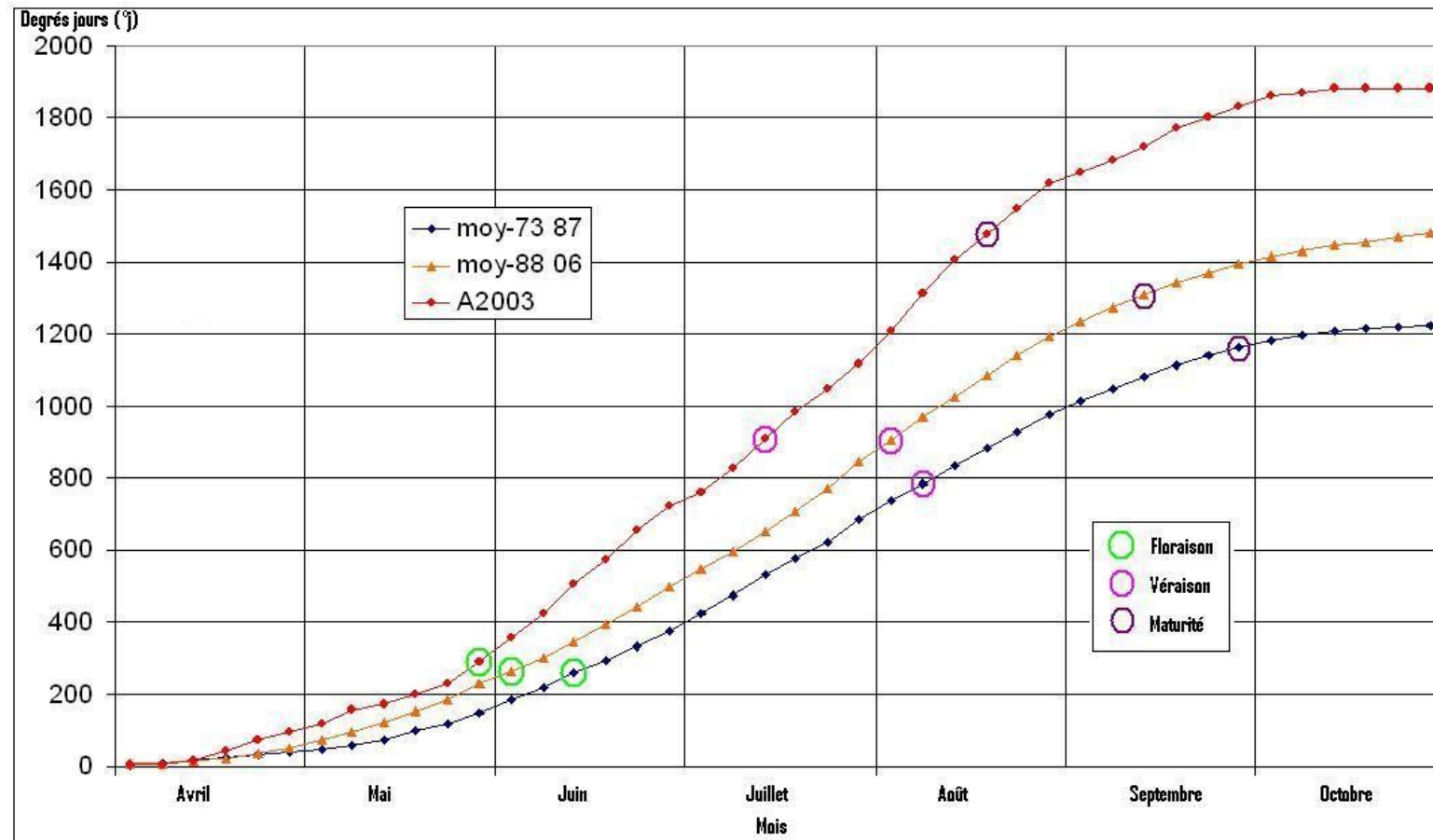
Indice de Huglin (1978)

$$IH = \sum_{1/04}^{30/09} \left[\left[\frac{(T_{mj} - 10) + (T_{xj} - 10)}{2} \right]_k \right]$$

- Différents indices permettent de faire un lien empirique entre T° et physiologie de la vigne
- Ils reposent sur des sommes de T° (jour après jour).

Exigence du PN et CH pour un taux de sucres de 180/200 g/L => IH = 1700

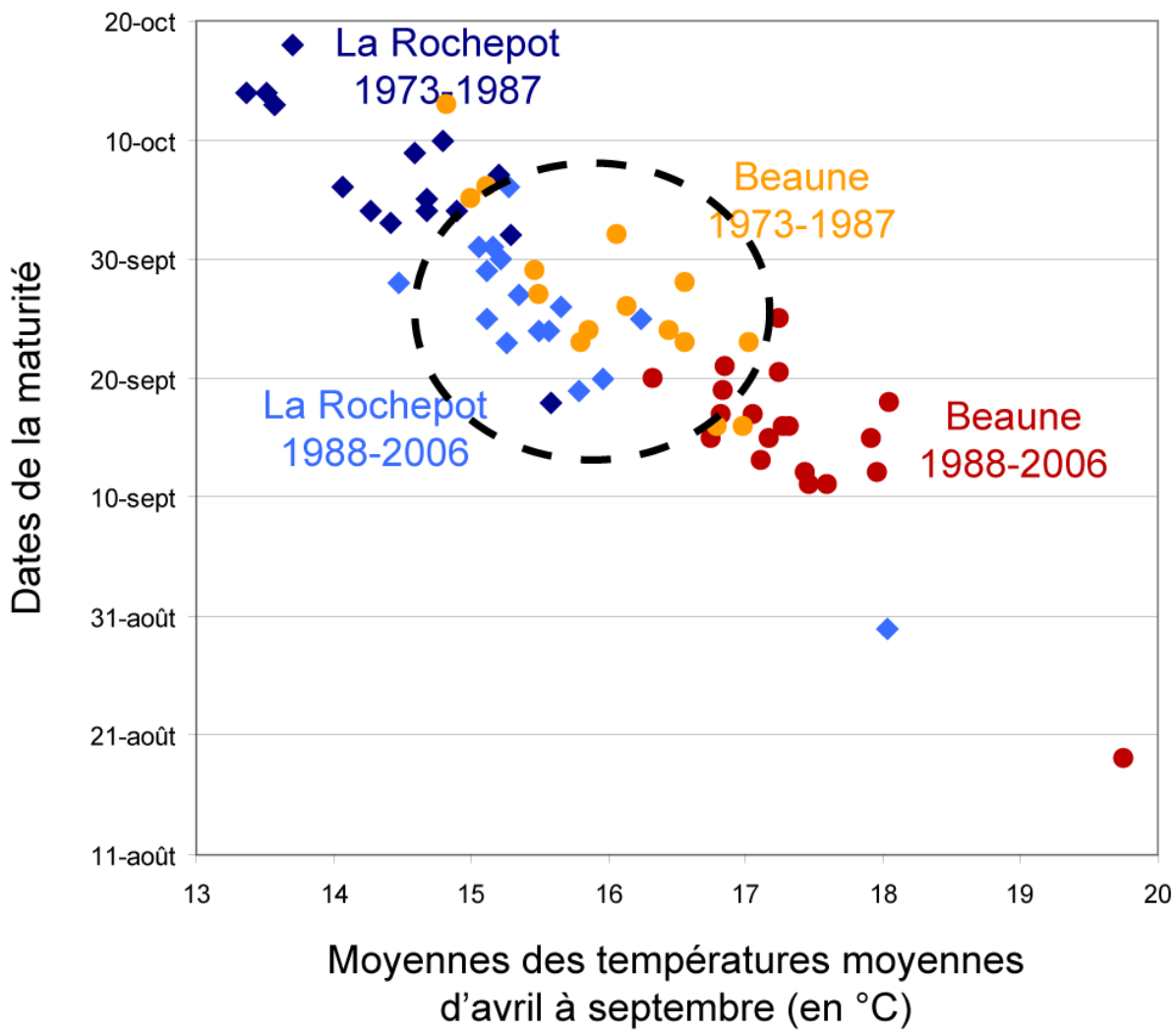
Degrés jours de Winkler : des conditions de maturation du raisin très différentes



Évolution des degrés jours à Savigny-Lès-Beaune

- Degrés jours de Winkler : $TM - 10^{\circ}C$
- Stabilité du besoin en degrés jours pour la floraison (environ 250°j)
- Des conditions de maturation complètement différentes (Plus de chaleur, plus de stress hydrique ...)
- Une très grande précocité des stades en 2003 et un cumul de degrés jours très supérieurs (+200°j au jour de la maturité)

Migration des conditions de culture en altitude

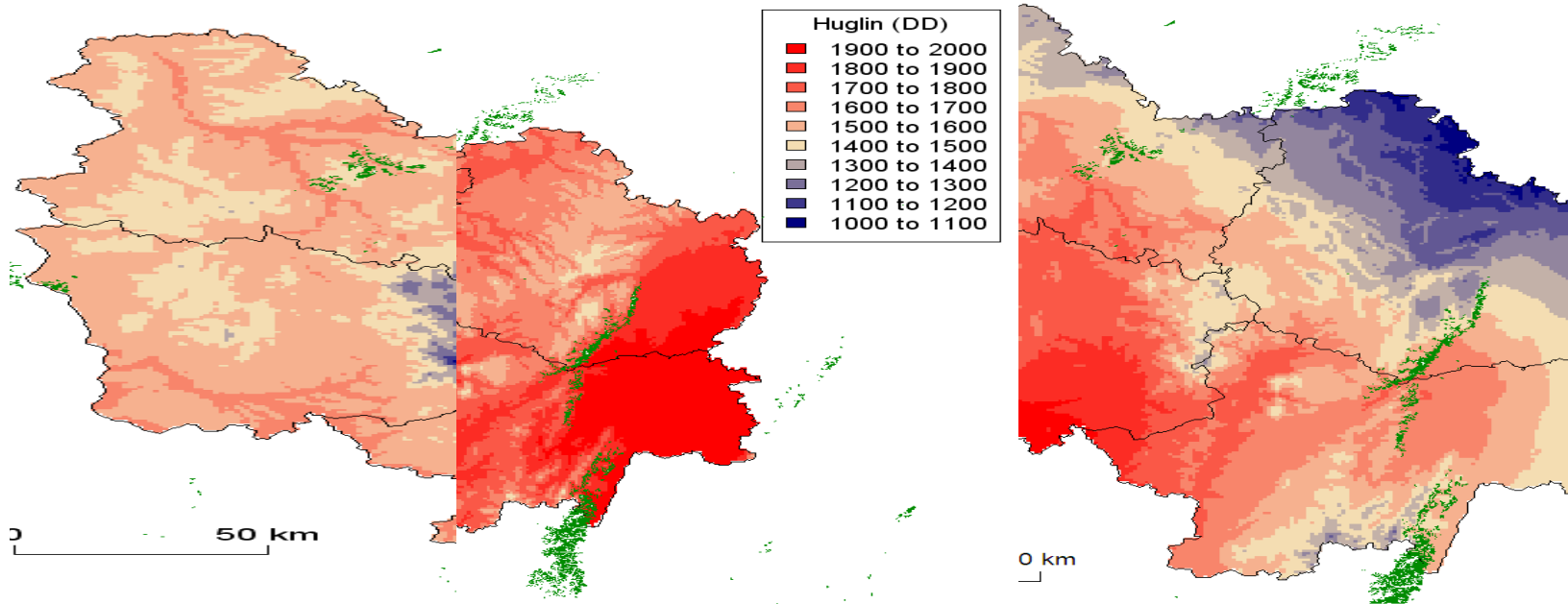


- La température détermine la date de maturité
- Retard de la date de maturité pour La Rochepot lié à l'altitude
- Conditions de culture à La Rochepot aujourd'hui = celles de Beaune autrefois

3.

Application à la viticulture

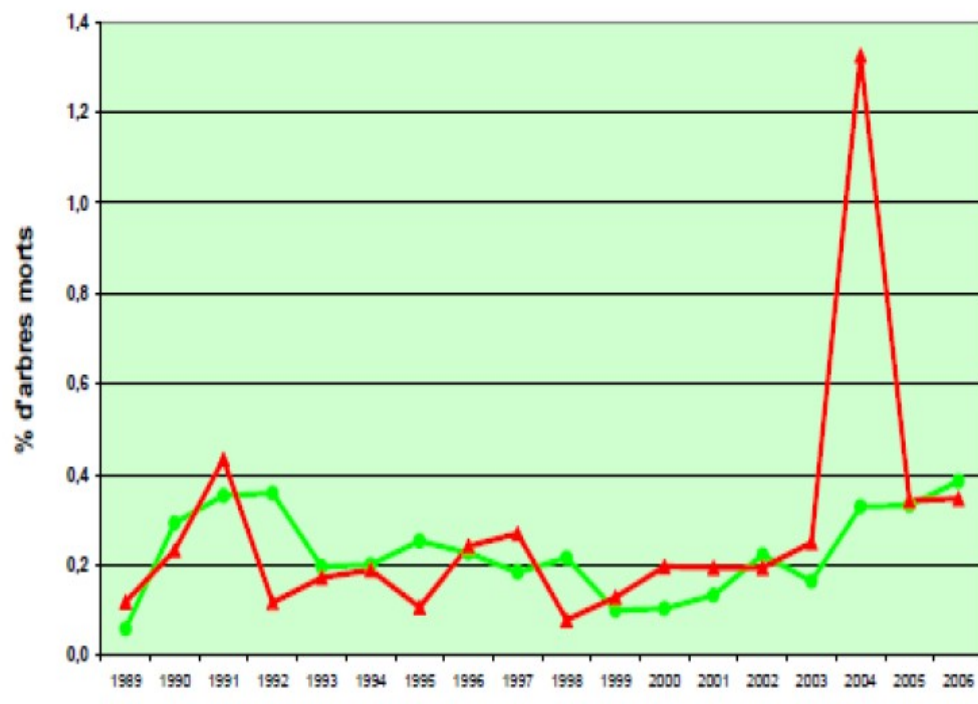
Indice d'Huglin 1968-1987	Indice d'Huglin 1988-2007	Différences 1988-2007 / 1968-1987
------------------------------	------------------------------	--------------------------------------



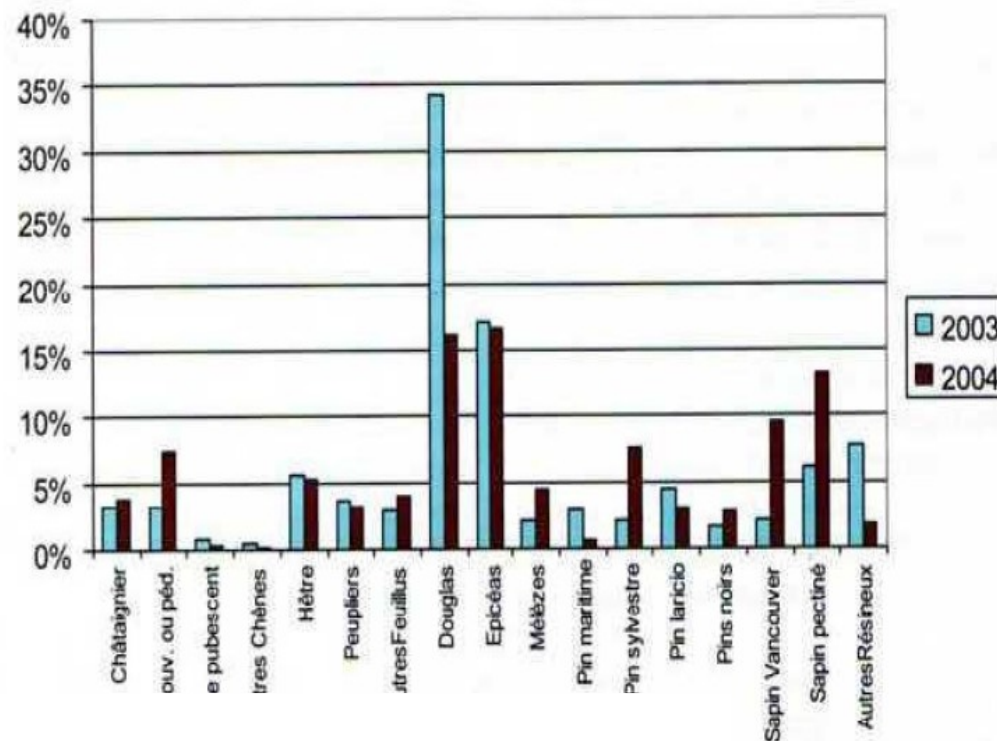
Rappel : exigence du PN et CH pour un taux de sucres de 180/200 g/L => IH = 1700

- Les conditions thermiques qui prévalaient sur la côte viticole avant 1988 se retrouvent presque partout (Morvan exclu) en Bourgogne
- L'ajout de sucre n'est plus nécessaire sur la côte viticole
- Il n'y a plus de « petits » millésimes

Évolution de la mortalité des feuillus et des résineux sur la partie française du réseau européen de suivi des dommages forestiers, entre 1989 et 2006



Répartition entre les principales essences des signalements spontanés effectués par les correspondants-observateurs de mortalités observées en 2003 et 2004 et liées à la canicule sécheresse de 2003.



● La Bourgogne est la première région française de production de douglas

● Les douglas ont souffert en 2003

4.

Application à la sylviculture du Douglas

Répartition des parcelles ayant le moins « récupéré » du stress de 2003

Réalisé avec ArcGis (données MODIS /TERRA et IFN)

- La vulnérabilité des douglas varie selon :

- altitude

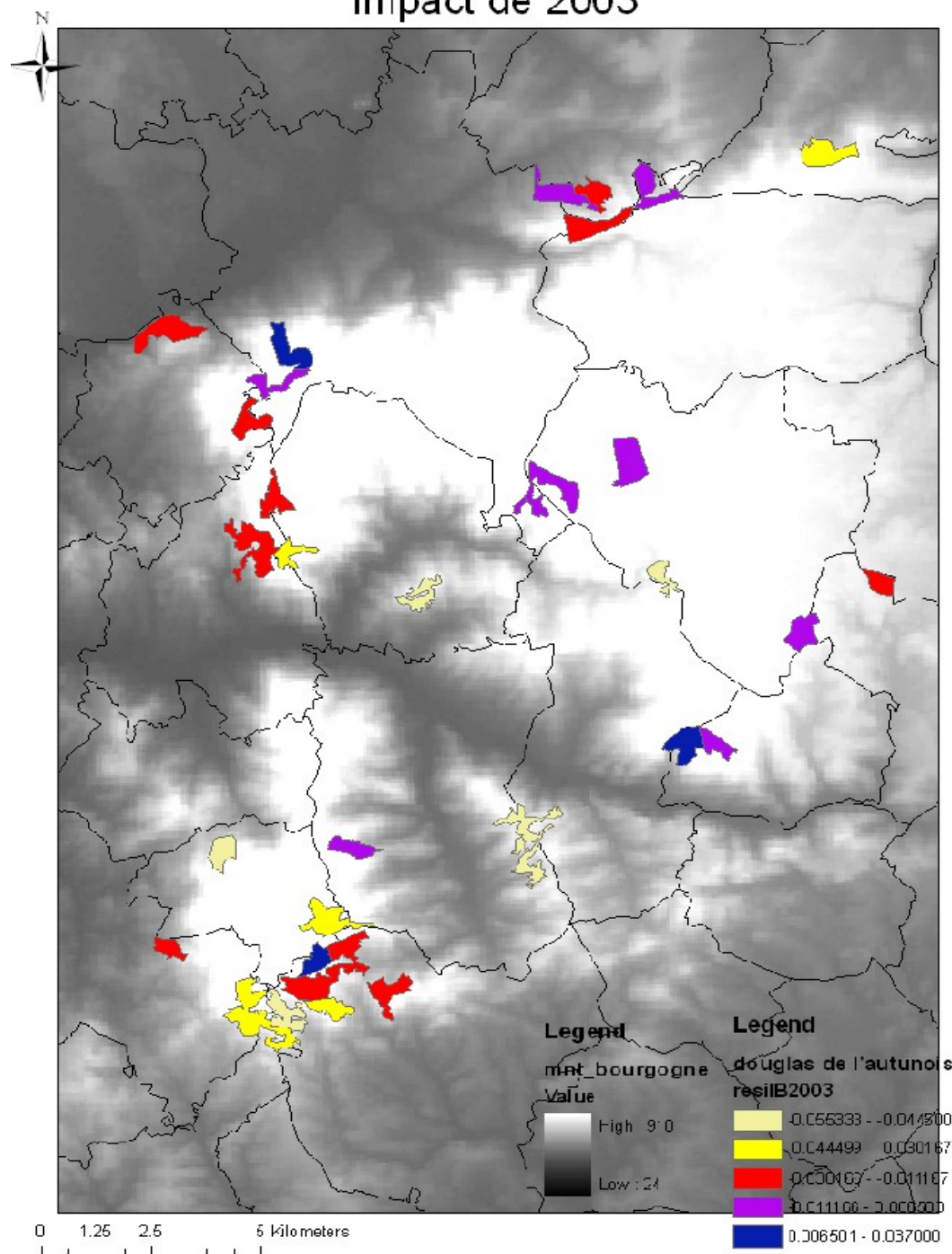
- sol

- exposition

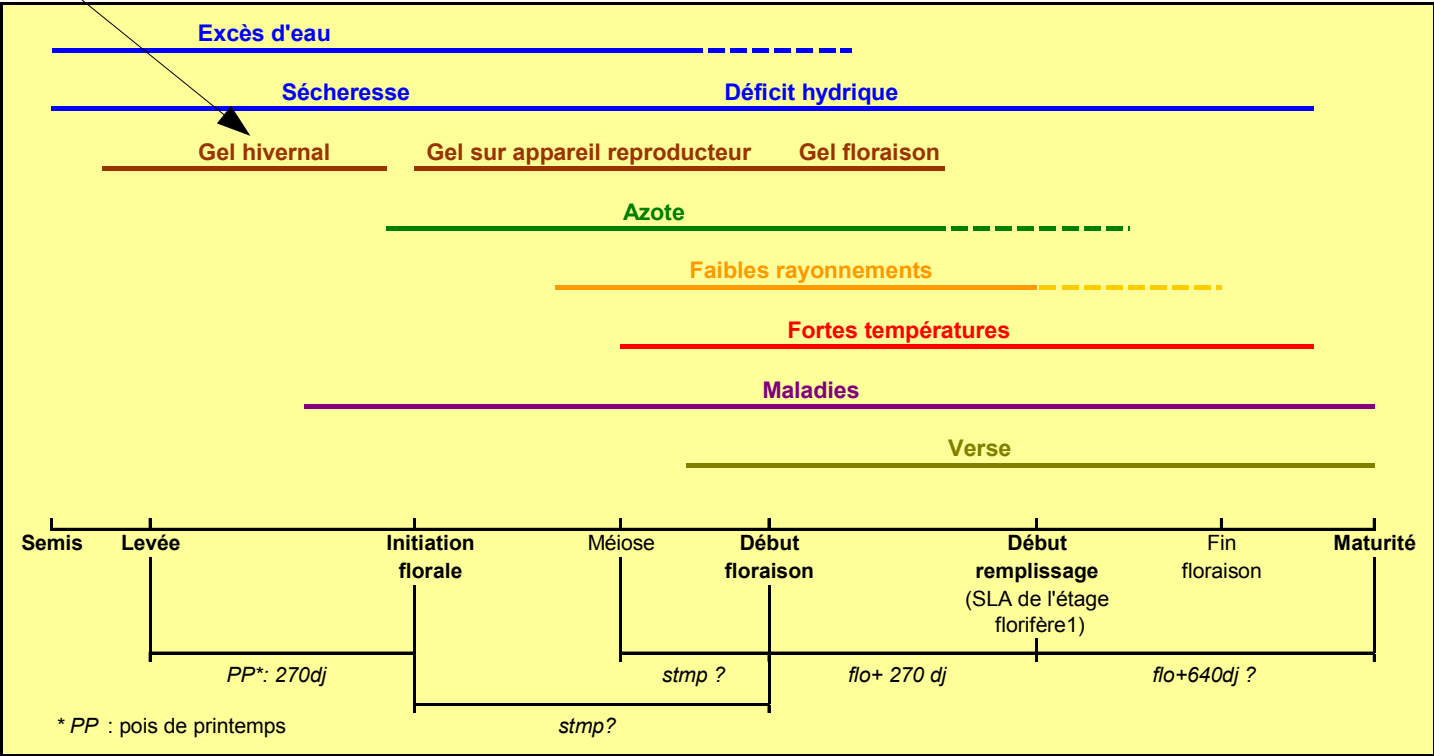
- pratiques culturales

- Quelles sont les stations où le douglas sera adapté au climat de 2050?

Impact de 2003



Gel hivernal : facteur rendant risqué l'introduction du pois d'hiver en Bourgogne



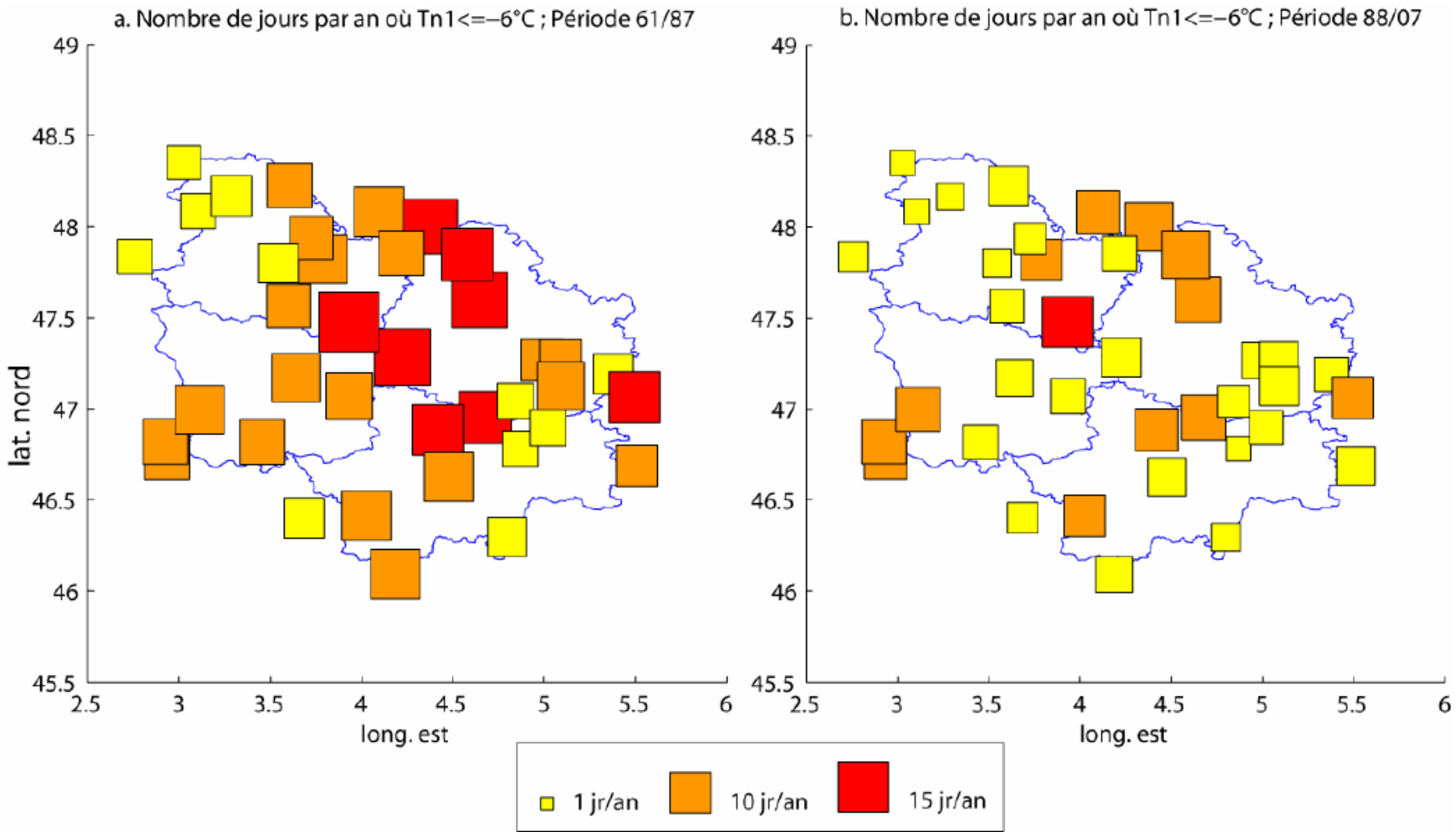
● Les gelées fortes et brutales limitent pour la Bourgogne l'introduction de plusieurs cultivars de pois d'hiver

Pois d'hiver

Tart le bas (21)	Varzy (58)	Entrains (58)	Sens-Brannay (89)	Prenois (21)	Bretenières (21)	
LEGTA Quétigny	CA Nièvre	CA Nièvre	CA Yonne	Arvalis	INRA Dijon	Nb
Isard		Isard	Isard	Isard	Isard	5
	Cherokee			Cherokee	Cherokee	3
	Cartouche	Cartouche	Cartouche	Cartouche	Cartouche	5
				Dove	Dove	2
	Enduro		Enduro	Enduro	Enduro	4
			S00H46-6	S00H46-6	S00H46-6	3

Application au pois d'hiver

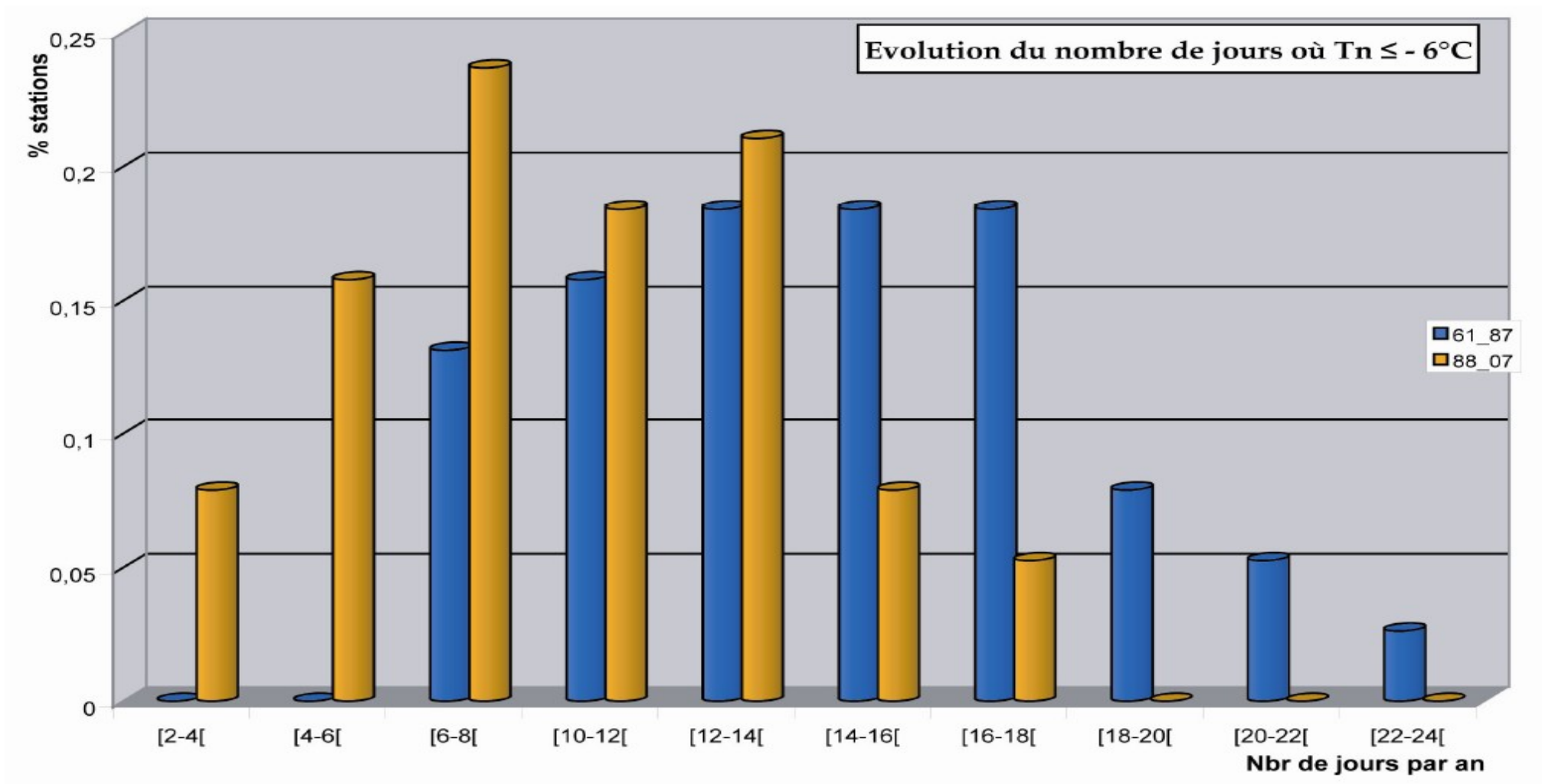
Vulnérabilité au froid du pois d'hiver : $T_{n1} \leq -6^{\circ}\text{C}$ et $T_{n1}-T_{n0} \leq -5^{\circ}\text{C}$
Spatialisation des fortes gelées sur les deux sous-périodes



● Ces gelées (fortes et brutales) sont devenues moins fréquentes (depuis 1988)

Application au pois d'hiver

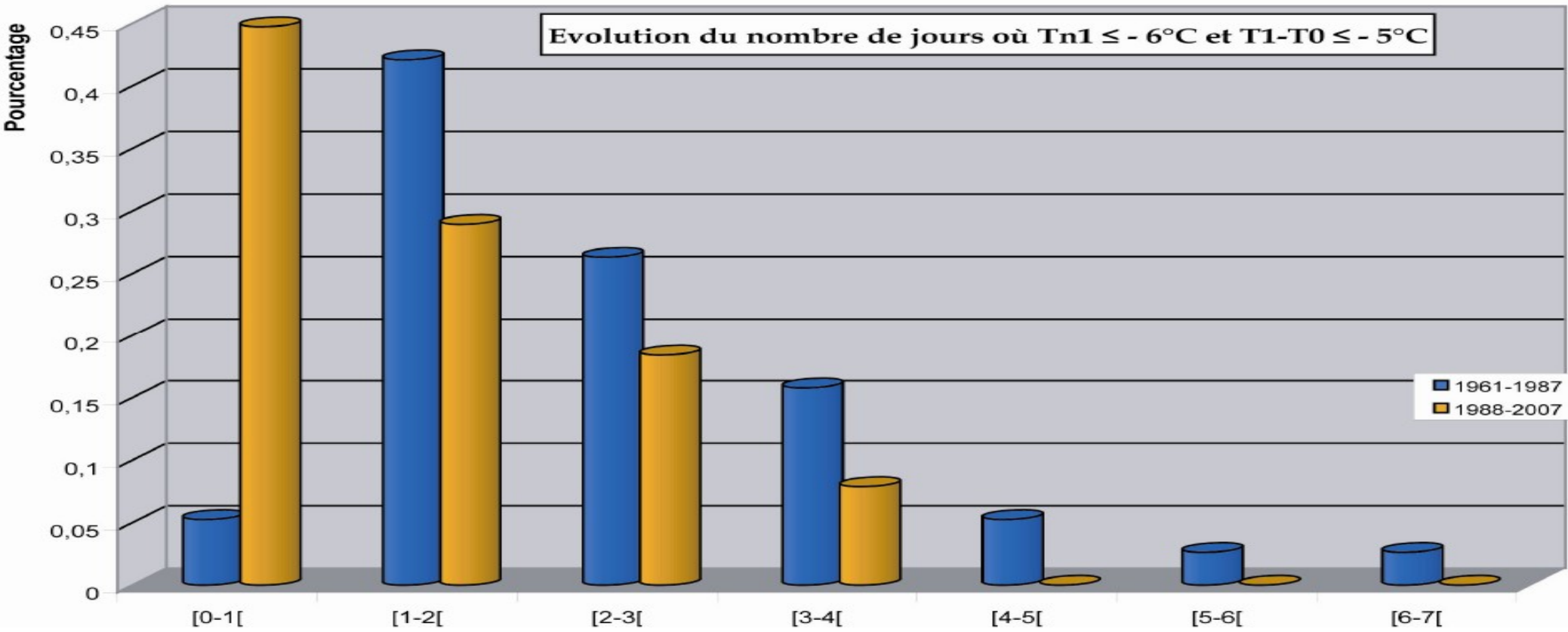
Évolution du risque de fortes gelées



● De 12 à 18 jours en 1961-87, ces gelées sont tombées à 6 – 14 jours depuis 1988

Application au pois d'hiver

Évolution du risque de gel des pois d'hiver



% d'années où le pois n'aurait pas gelé pour 6 stations

Station	21590001	45229001	71105001	71320001	89346001	89380001	89387002
Période 1	33	44	37	42	27	38	23
Période 2	65	45	50	60	70	65	50

● Le risque de gel est passé de 2 années sur 3 à 1 année sur 3

Le changement climatique à l'échelle d'un territoire : la Bourgogne

Déjà observé (données Météo-France, traitements CRC)

- Une augmentation des températures supérieures à la moyenne planétaire depuis 1960
- Une augmentation brutale des températures (1987-1988) en relation avec la NAO ?
- Une modification (non significative) du régime des pluies

Simulé pour 2031-2040 (modèles numériques emboîtés ARPEGE / WRF)

- L'année 2003 permet de tester et de valider les simulations en « contexte chaud »
- La hausse des température devrait se poursuivre
- La hausse serait maximale en saison chaude, minimale en automne
- La hausse serait maximale au sud

Quelques impacts en Bourgogne

Viticulture

- Les stades phénologiques et les calendriers agricoles sont plus précoces (2 à 3 semaines)
- Le vignoble actuel (et la qualité du vin) a été bénéficiaire (disparition des petits millésimes)
- Du point de vue des T°, de nouvelles aires offrent un potentiel (quid des pluies? Du sol? Des savoir-faire?)
- A terme (50 ans?) se pose la question de la permanence, non pas d'une production viticole, mais de la typicité des vins de Bourgogne

Douglas

- L'année 2003 a montré la vulnérabilité des peuplements
- S'adapter implique ne replanter que sur les stations à moindre vulnérabilité

Pois d'hiver

- Le changement climatique c'est aussi de nouvelles potentialités