

Changement climatique : conséquences sur quelques surfaces à l'échelle d'une région

Thierry Castel & Benjamin Bois & Sébastien Zito

Centre de Recherches de Climatologie

UMR Biogeosciences (6282 CNRS/uBFC)

benjamin.bois@u-bourgogne.fr

thierry.castel@u-bourgogne.fr ou thierry.castel@agrosupdijon.fr

Le contexte

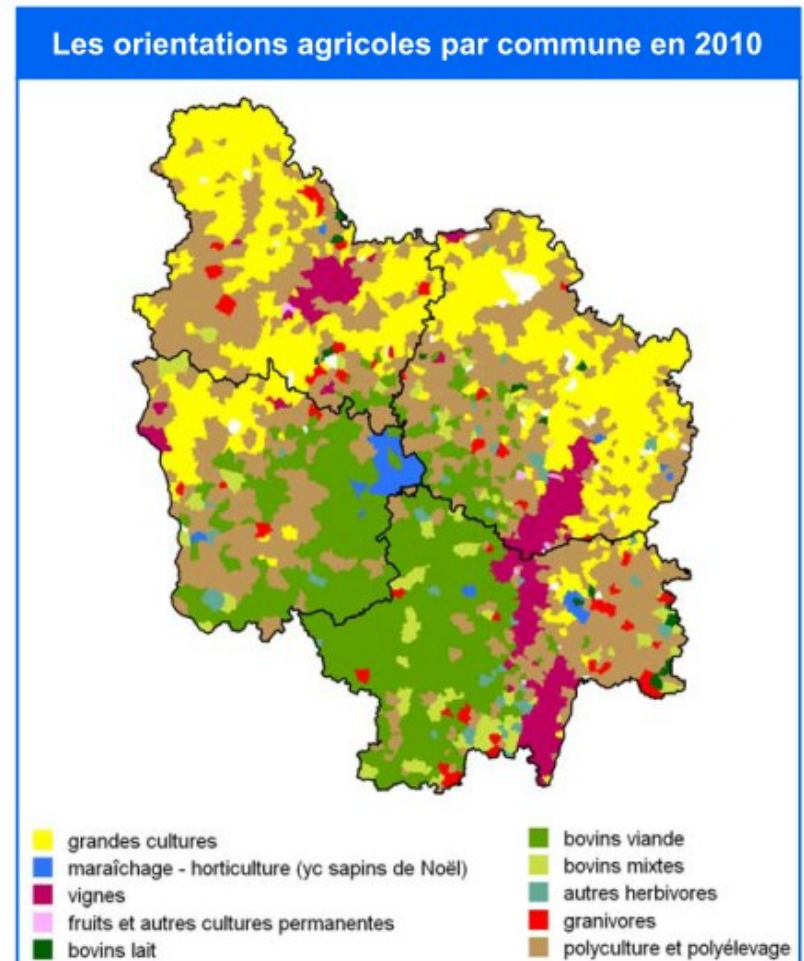
- Le changement climatique affecte les surfaces continentales (agriculture, forêt, eau etc.)
- En particulier les productions végétales
- Avec le réchauffement observé et attendu : modification du timing du cycle végétatif, de la disponibilité en eau...
- Concernant l'accès à l'eau, les ressources hydriques ne sont pas illimitées

Quelle évolution possible du climat sur le territoire ?

Quelles conséquences sur la ressource en eau ?

Problématique / questionnements

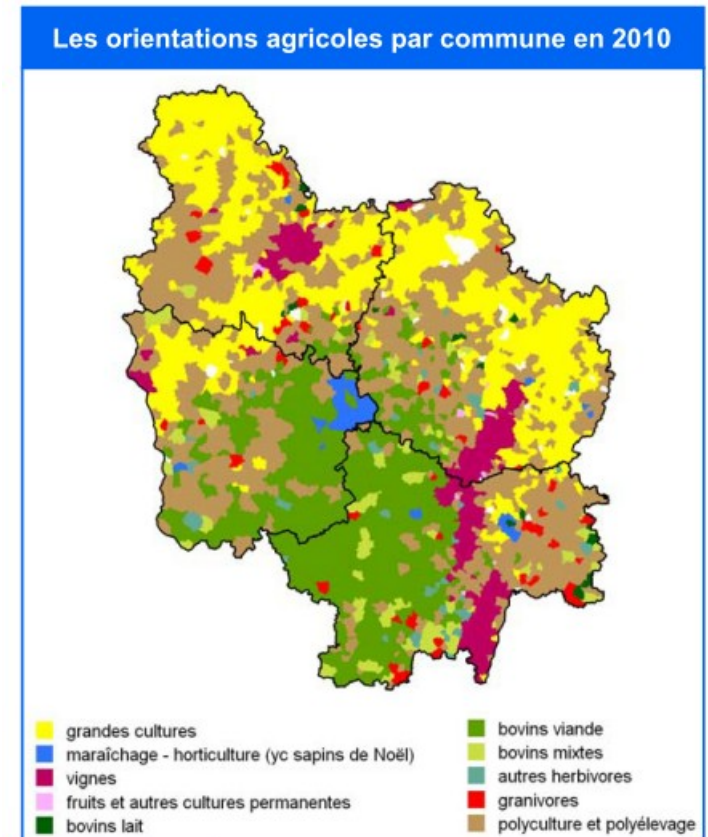
- Les potentialités de la Bourgogne sont-elles ou seront-elles modifiées par le changement climatique?
- Quelles tensions sur la ressource en eau pour les climats possibles du futur ?
- Si c'est le cas, le seront-elles de manière homogène sur l'ensemble du territoire?
- Doit-on revoir la répartition géographique des principales cultures agricoles et de la forêt en Bourgogne ?
 - Prairies
 - Blé
 - Maïs
 - Soja
 - Forêt
 - Vigne
 - Pois
 - ...



Source : agreste - recensement de l'agriculture 2010

Organisation

- 7 groupes de 3 étudiants
- Pour chaque groupe
 - Une culture
 - Un modèle climatique (IPSL ou CNRM)
 - Une ou deux trajectoires RCP8.5 (RCP4.5)
 - 3 périodes étudiées :
 - Historique ou référence (1975-2005)
 - Futur proche (2035-2065)
 - Futur lointain (2070-2100)
- Au total
 - 7 cultures x 1 modèle x 1 (2) trajectoire(s) x 3 périodes
- Cultures retenues :
- Prairies, Blé, Maïs, Soja, Forêt, Vigne, Pois...



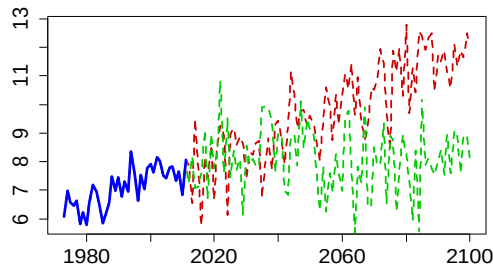
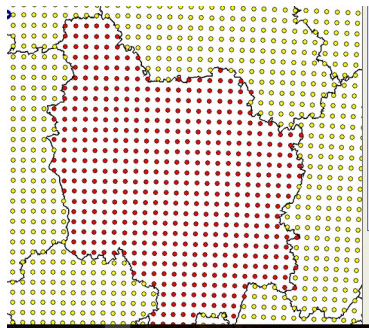
Source : agreste - recensement de l'agriculture 2010

Exemple de ‘culture/questions’

- Maïs : faut-il irriguer? estimation des besoins en eau pour le maïs. Estimer les pertes de rendement en étudiant des graphs de l'usage de l'eau, en simulant des apports de 200 mm par an,
- Prairie : vers une baisse durable de rendements? Regarder les zones de prairies actuelles, pour un modèle de climat --> comment évolue la contrainte hydrique des prairies. La contrainte hydrique évolue de manière identique quelle que soit la prairie? Que nous dit la littérature sur la dispo du CO2 sur le rendement de prairies?
- Fôret : résineux ou feuillus au 21ème siècle ? contrainte hydrique en zone de fôret avec des Kc de feuillus et de résineux....comment change le régime hydrique?
- Vigne : quelle qualité pour les vins rouges en Bourgogne demain ? Quelle évolution du stress hydrique subi ? similaire entre Macon, Nuits Saint Georges et Chablis ?
- Pois d'hiver : quels rendements? On regarde cette fois, pour un modèle de climat, l'évolution de la contrainte hydrique sur une période de l'année atypique par rapport aux autres cultures étudiées --> novembre à juillet.
- Vigne : le changement de la phénologie impacte-t-elle le bilan hydrique? Les étudiants comparent, pour un modèle de climat, le régime hydrique de la vigne de la vigne, avec deux courbes de Kc : l'une décalée d'un mois plus tôt pour tenir compte de l'effet CC.
- Blé : deux modèles mêmes tendances spatiales et temporelles pour le bilan hydrique? Les étudiants étudient les variations du régime hydrique du blé pour les deux modèles de climat (IPSL et CNRM)

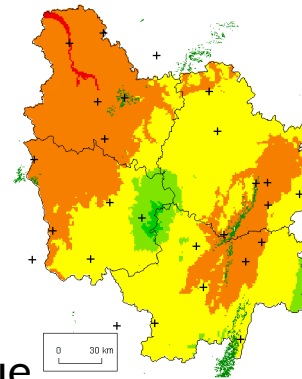
Mode opératoire: La stratégie

Données climatiques
simulées (1950 ➡ 2100)

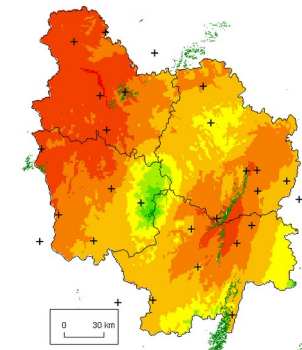


Bilan hydrique
et du besoins
en eau des
cultures

2000



2070



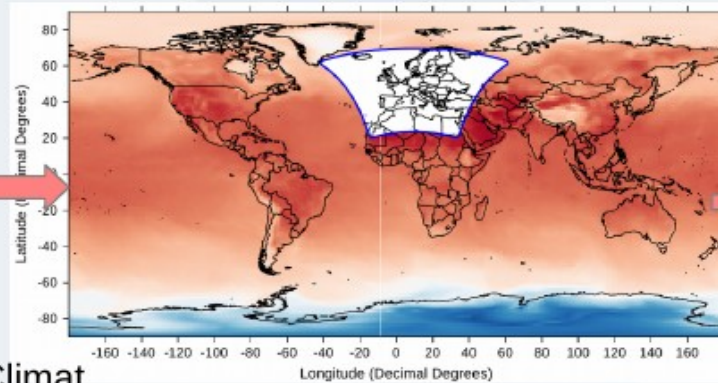
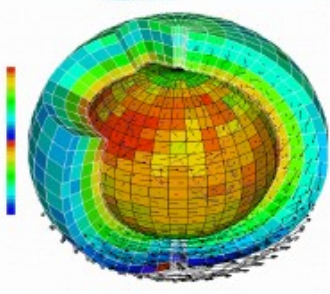
Y aura-t-il assez
d'eau?

Conséquences
économiques et
sociales ?

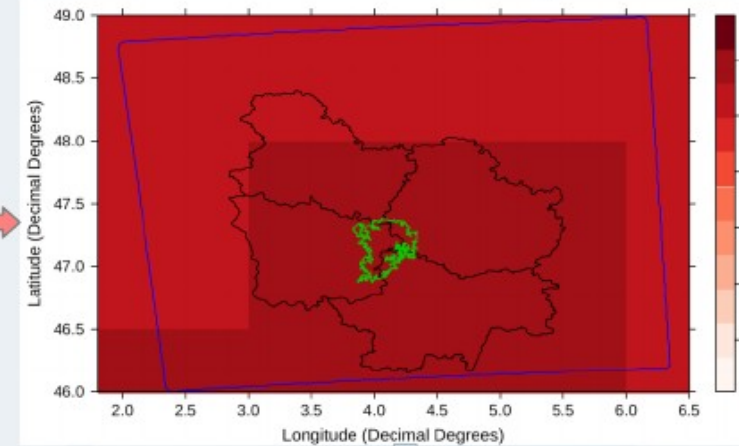
Faut-il revoir la
carte
d'aménagement
du territoire
agricole ?

HYCCARE

Méthode de régionalisation climatique



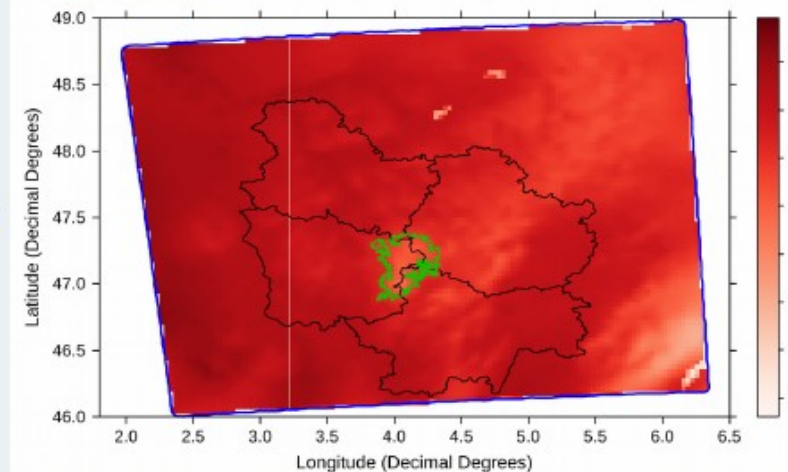
Spécificités du territoire mal reproduites



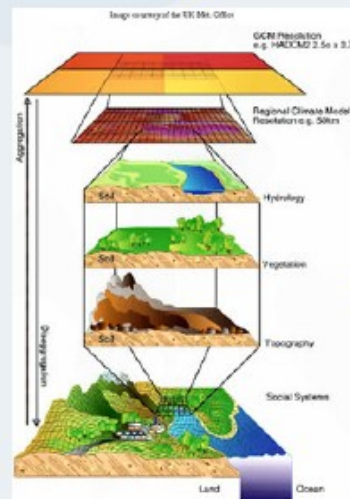
désagrégation
dynamique

désagrégation
statistique

Spécificités du territoire plus réalistes

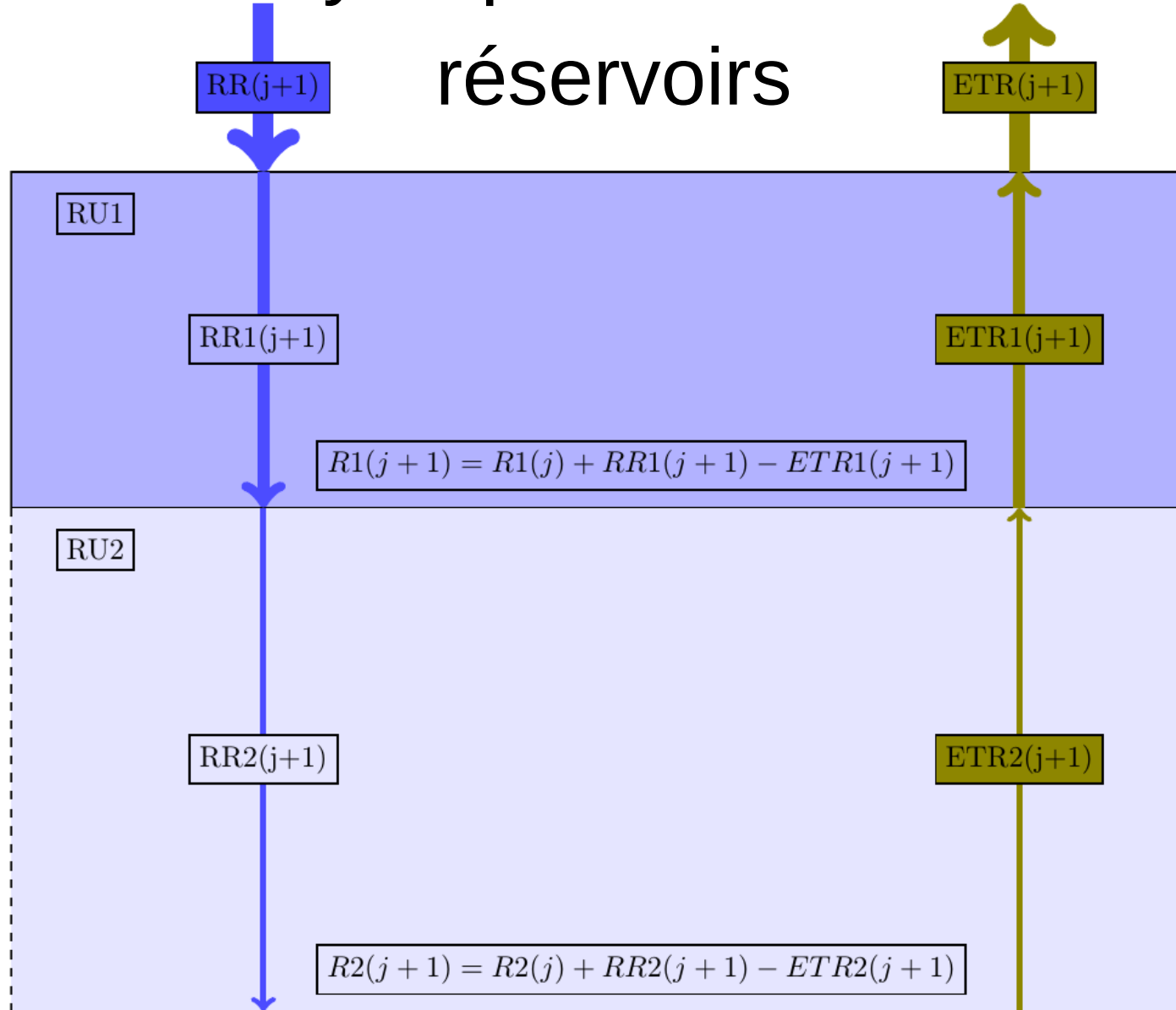


Modèles Régionaux de Climat



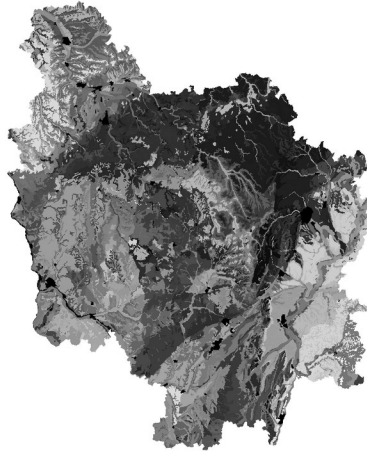
Moyens de calcul
Univ. Bourgogne

Bilan Hydrique : un modèle à 2 réservoirs

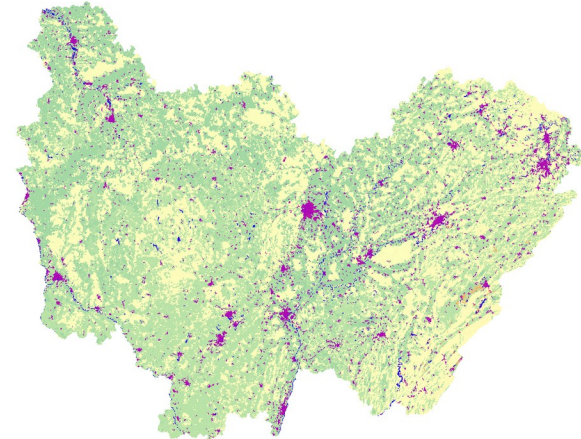


Mode opératoire 1) Données

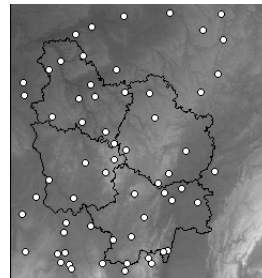
BD sols (RU)



BD occupation du sol
(Corine Land Cover)



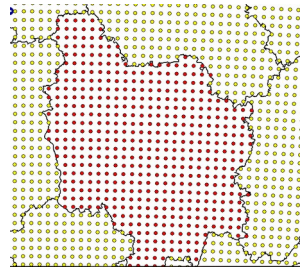
BD obs climatiques 1961-2015 (réseau
Météo-Mrance)



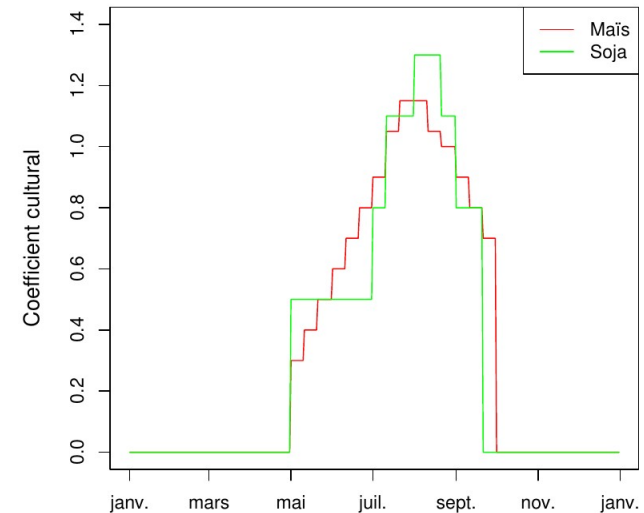
IPSL/CNRM/...etc

Simulations climatiques journalières
1975-2005

Simulations climatiques journalières
2035-2065 et 2070-2100



Coefficient cultural







DRIAS les futurs du climat

ACCUEIL ACCOMPAGNEMENT DÉCOUVERTE **DONNÉES ET PRODUITS**

Sélection personnalisée Accès simplifié (domaine complet)

Ouvrir tout Fermer tout

- 📁 Simulations climatiques atmosphériques
 - 📁 Métropole
 - 📄 Données corrigées DRIAS-2020
 - 📄 Indicateurs DRIAS-2020
 - 📁 Outre-mer
 - 📁 Anciennes simulations
- 📁 Simulations climatiques d'impact
 - 📁 Agriculture
 - 📄 Indicateurs DRIAS-2020
 - 📁 Risques naturels - Feux de forêts
 - 📁 Ressource en eau - Sécheresse
 - 📁 Tourisme hivernal en montagne - Enneigement

-  Informations sur le modèle de simulation
-  Formulaire de demande de données

- 📄 Simulations 'DRIAS-2020': données quotidiennes corrigées [format Csv]
- 📄 Simulations 'DRIAS-2020': données quotidiennes corrigées [format Netcdf]

DRIAS-2020	ALADIN63_CNRM-CM5	Référence	1951-2005	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / CNRM-ALADIN63	Météo-France / Centre National de Recherches Météorologiques
DRIAS-2020	ALADIN63_CNRM-CM5	RCP2.6	2006-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / CNRM-ALADIN63	Météo-France / Centre National de Recherches Météorologiques
DRIAS-2020	ALADIN63_CNRM-CM5	RCP4.5	2006-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / CNRM-ALADIN63	Météo-France / Centre National de Recherches Météorologiques
DRIAS-2020	ALADIN63_CNRM-CM5	RCP8.5	2006-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / CNRM-ALADIN63	Météo-France / Centre National de Recherches Météorologiques
DRIAS-2020	RACMO22E_CNRM-CM5	Référence	1950-2005	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RACMO22E_CNRM-CM5	RCP2.6	2006-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RACMO22E_CNRM-CM5	RCP4.5	2006-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RACMO22E_CNRM-CM5	RCP8.5	2006-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	WRF381P_IPSL-CM5A	Référence	1951-2005	IPSL-IPSL-CM5A-MR / IPSL-WRF381P	Institut Pierre-Simon Laplace
DRIAS-2020	WRF381P_IPSL-CM5A	RCP4.5	2006-2100	IPSL-IPSL-CM5A-MR / IPSL-WRF381P	Institut Pierre-Simon Laplace
DRIAS-2020	WRF381P_IPSL-CM5A	RCP8.5	2006-2100	IPSL-IPSL-CM5A-MR / IPSL-WRF381P	Institut Pierre-Simon Laplace
DRIAS-2020	RCA4_IPSL-CM5A	Référence	1970-2005	IPSL-IPSL-CM5A-MR / SMHI-RCA4	Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rossby Centre
DRIAS-2020	RCA4_IPSL-CM5A	RCP4.5	2006-2100	IPSL-IPSL-CM5A-MR / SMHI-RCA4	Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rossby Centre
DRIAS-2020	RCA4_IPSL-CM5A	RCP8.5	2006-2100	IPSL-IPSL-CM5A-MR / SMHI-RCA4	Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rossby Centre
DRIAS-2020	RegCM4-6_HadGEM2	Référence	1971-2005	MOHC-HadGEM2-ES / ICTP-RegCM4-6	International Centre for Theoretical Physics
DRIAS-2020	RegCM4-6_HadGEM2	RCP2.6	2006-2099	MOHC-HadGEM2-ES / ICTP-RegCM4-6	International Centre for Theoretical Physics
DRIAS-2020	RegCM4-6_HadGEM2	RCP8.5	2006-2099	MOHC-HadGEM2-ES / ICTP-RegCM4-6	International Centre for Theoretical Physics
DRIAS-2020	CCLM4-8-17_HadGEM2	Référence	1950-2005	MOHC-HadGEM2-ES / CLMcom-CCLM4-8-17	Climate Limited-area Modelling Community
DRIAS-2020	CCLM4-8-17_HadGEM2	RCP4.5	2006-2099	MOHC-HadGEM2-ES / CLMcom-CCLM4-8-17	Climate Limited-area Modelling Community
DRIAS-2020	CCLM4-8-17_HadGEM2	RCP8.5	2006-2099	MOHC-HadGEM2-ES / CLMcom-CCLM4-8-17	Climate Limited-area Modelling Community
DRIAS-2020	RACMO22E_EC-EARTH	Référence	1950-2005	ICHEC-EC-EARTH / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RACMO22E_EC-EARTH	RCP2.6	2006-2100	ICHEC-EC-EARTH / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RACMO22E_EC-EARTH	RCP4.5	2006-2100	ICHEC-EC-EARTH / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RACMO22E_EC-EARTH	RCP8.5	2006-2100	ICHEC-EC-EARTH / KNMI-RACMO22E	Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands
DRIAS-2020	RCA4_EC-EARTH	Référence	1970-2005	ICHEC-EC-EARTH / SMHI-RCA4	Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rossby Centre

Expérience Identifiant Scénario d'émission Période Modèle GCM / RCM - correction ADAMONT (France) Institution RCM

Données climatiques DRIAS : Grille SAFRAN

(Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie)

Référence temporelle

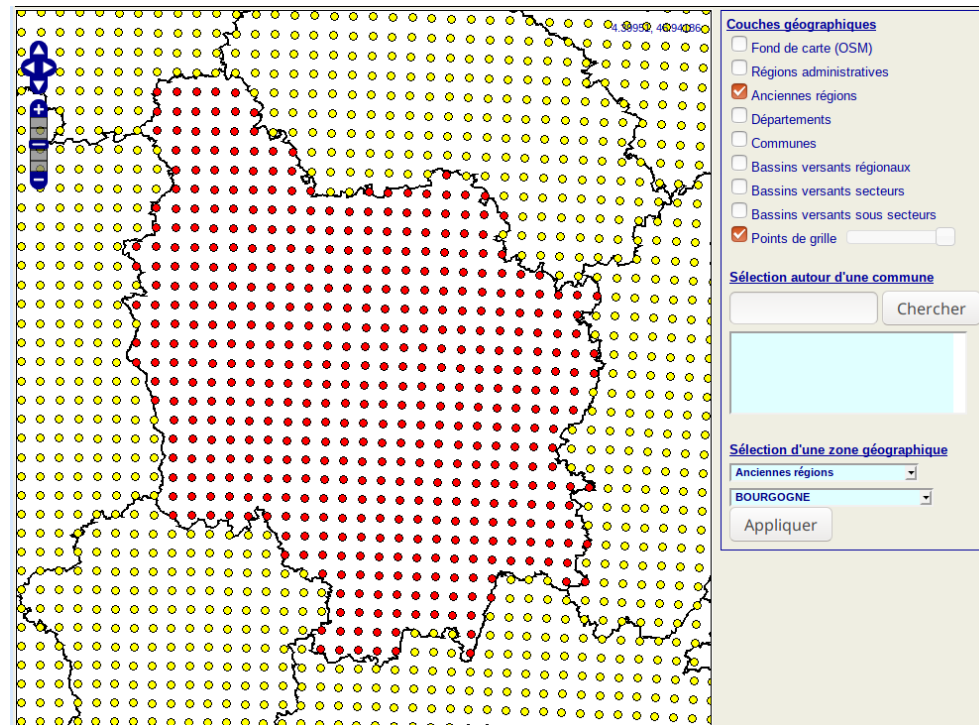
Période		Période historique Horizon proche Horizon moyen Horizon lointain			
Année de début	1975	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
Année de fin	2005				

Sous-période : préciser si nécessaire, les saisons ou les mois

<input checked="" type="checkbox"/> Hiver	::	<input checked="" type="checkbox"/> Janvier	<input checked="" type="checkbox"/> Février	<input checked="" type="checkbox"/> Mars	<input type="button" value="Toute l'année"/> <input type="button" value="Inverser"/> <input type="button" value="Vider la sélection"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Printemps	::	<input checked="" type="checkbox"/> Avril	<input checked="" type="checkbox"/> Mai	<input checked="" type="checkbox"/> Juin	
<input checked="" type="checkbox"/> Été	::	<input checked="" type="checkbox"/> Juillet	<input checked="" type="checkbox"/> Août	<input checked="" type="checkbox"/> Septembre	
<input checked="" type="checkbox"/> Automne	::	<input checked="" type="checkbox"/> Octobre	<input checked="" type="checkbox"/> Novembre	<input checked="" type="checkbox"/> Décembre	

Région Bourgogne

- 497 points de grille
- 1 point tous les 8 km



■ Paramètres météorologiques

Paramètres sélectionnés : 5

⚠ Les Paramètres sont fournis par défaut dans l'unité dans laquelle ils sont archivés

- ▶ Températures ... [* Sélectionnez l'unité]
 - ☒ Température minimale journalière à 2 m K C F ⓘ
 - ☒ Température maximale journalière à 2 m K C F ⓘ
 - ☒ Température moyenne journalière à 2 m K C F ⓘ
 - ▶ Précipitations ... [* Sélectionnez l'unité]
 - ☒ Précipitations totales kg/m²/s mm ⓘ
 - ☐ Chute de neige à grande échelle kg/m²/s mm ⓘ
 - ▶ Humidité ... [* Sélectionnez l'unité]
 - ▶ Rayonnement ... [** uniquement avec les modèles 'ALADIN63_CNRM-CM5, RACMO22E_CNRM-CM5, RACMO22E_EC-EARTH']
 - ▶ Vent ... [* Sélectionnez l'unité]
 - ▶ Evapo-Transpiration Potentielle ... [* Sélectionnez l'unité]
 - ☒ Evapotranspiration potentielle (méthode Hargreaves) kg/m²/s mm ⓘ

Données climatiques DRIAS : format des données

Forme du fichier résultat

Choix du nombre de fichiers texte

- ☒ Fourniture d'un seul fichier contenant l'ensemble des points sélectionnés
- ☐ Fourniture d'un fichier par point de grille sélectionné

Format de ligne

DATE POSITION Paramètres

POSITION DATE Paramètres

- DATE: format de la date, à définir ci-dessous.
- POSITION: format de la position du point de grille, à définir ci-dessous.
- Paramètres: valeurs de chacun des paramètres sélectionnés.

Format de POSITION des points de grille Métadonnées des points de référence de la grille SAFRAN

idPoint Latitude Longitude Altitude ▼

- idPoint: numéro de point de grille.
- Latitude et longitude en degrés décimaux (système WGS84).
- LambertX et lambertY en hectomètres (système Lambert II étendu).
- Altitude en mètres.

Format de DATE

MM-JJ-AAAA (1 champ) ▼

Séparateur de champs

Virgule , ▼

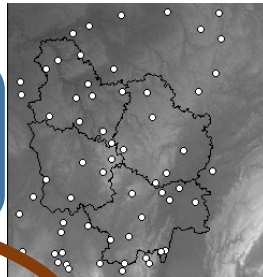
Mode opératoire 2 : Préparation des données - validation

BD occupation du sol (Corine Land Cover)

BD sols (RU)

MNT 250 m

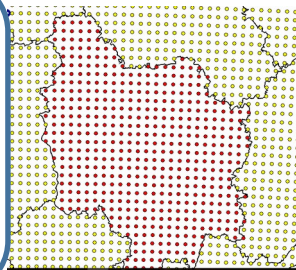
BD obs climatiques 1961-2005
(réseau météo-france)



Simulations climatiques journalières
1975-2005

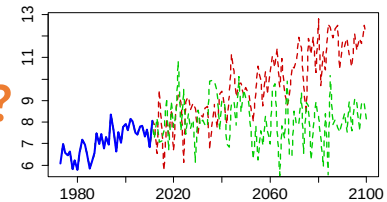
IPSL et CNRM

Simulations climatiques journalières
2070-2100

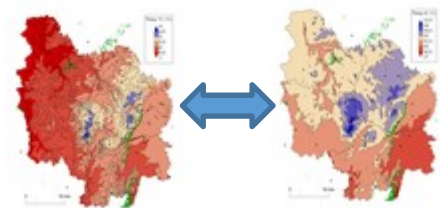


*Les données simulées par les
modèles de climat sont-elles
conformes aux observations?*

Dans le temps?




Dans l'espace?




Mode opératoire 3 : Préparation des données

Rééchantillonnage spatial (RU & CLC)

Calcul ETP en journalier comparaison avec ETP DRIAS

Coefficient culturaux  Cycle annuel du Kc (pas de temps journalier)
Kc (décadaire)

BD sols (RU)  RU à 8 km (résolution SAFRAN)
(50m)


Simulations climatiques journalières
1975-2005

IPSL et CNRM

Simulations climatiques journalières
2070-2100

Prec
Tmin/Tmax

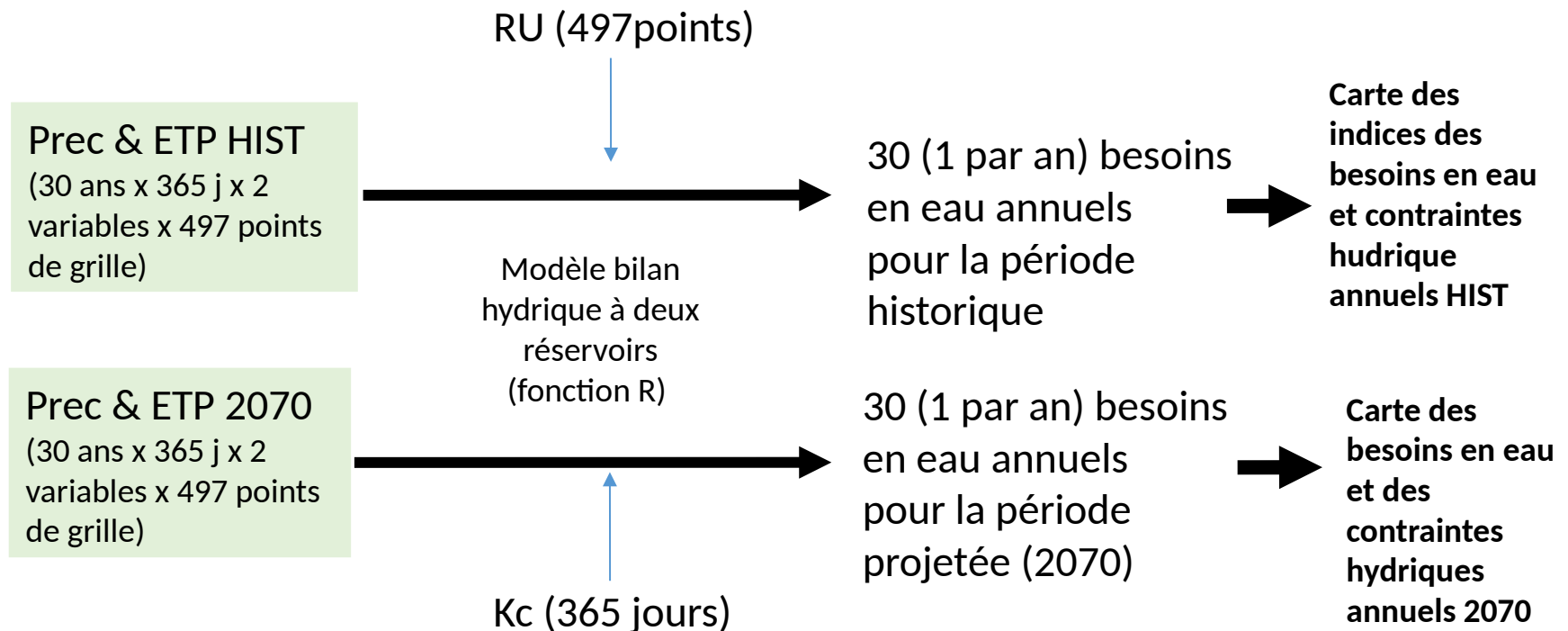
Calcul de l'évapotranspiration
potentielle au pas quotidien

 modèle de Hargreaves
(Droogers & Allen 2002)

Prec & ETP HIST
(30 ans x 365 j x 2
variables x 497 points
de grille)

Prec & ETP PROJ
(30 ans x 365 j x 2
variables x 497 points
de grille)

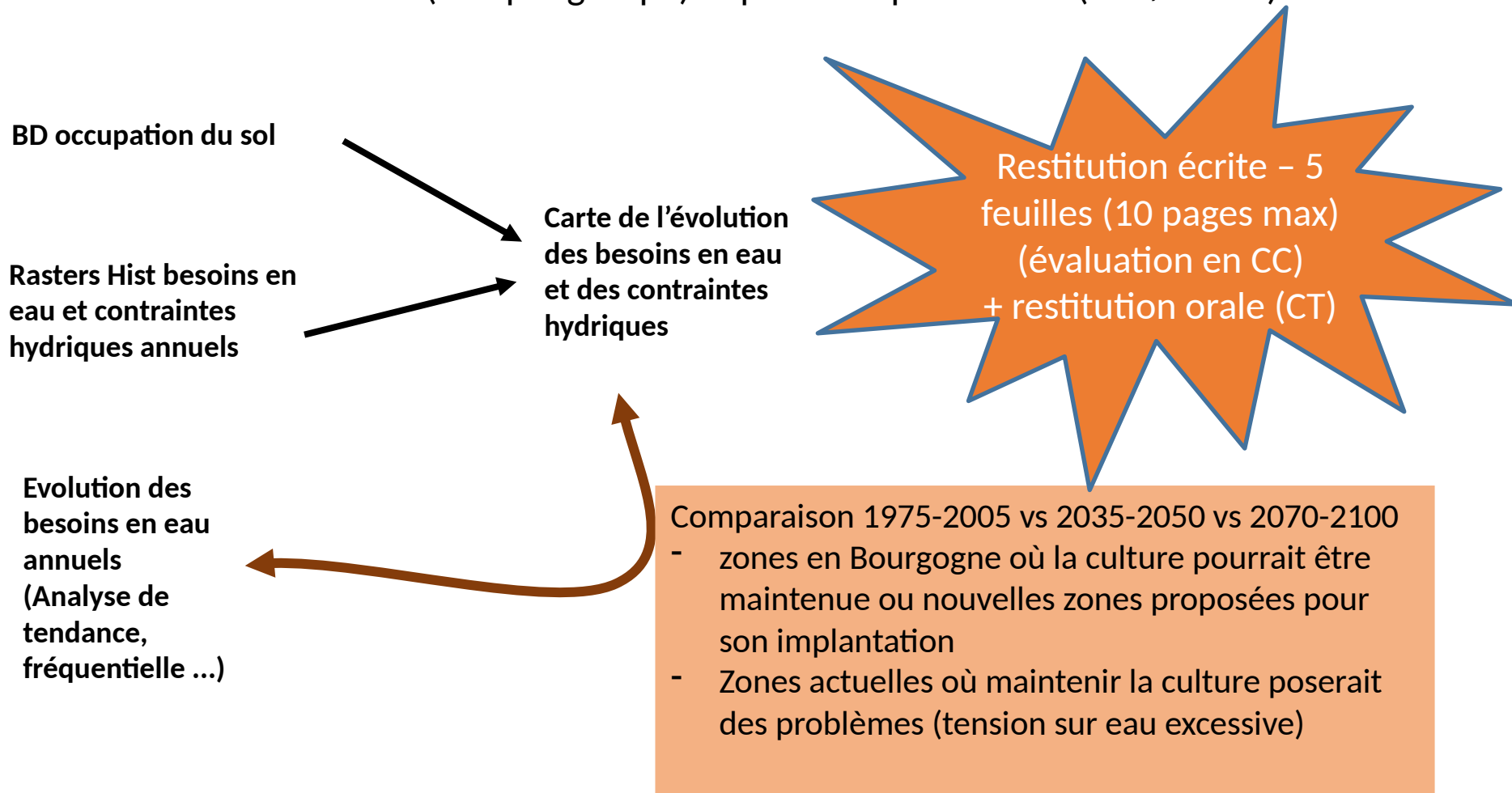
Mode opératoire 4 : Calcul du bilan hydrique



Mode opératoire 5 : Diagnostic et préconisations

Travail d'un groupe d'étudiants

Une culture C ou Forêt (une par groupe) et pour chaque modèle (IPSL/CNRM)



Bilan / Conclusions / Perspectives

- Bilan en salle, tous groupes confondus
 - Fusion des cartes de conso en eau de toutes les cultures pour les différents modèles (IPSL, CNRM, etc.)
 - Identification des cultures posant problème futur proche et lointain
 - Proposition d'un schéma d'aménagement
- Conclusions/groupe-occupation du sol
 - Quelle évolution climatique ?
 - Quelle évolution des contraintes hydriques ?
 - Quelle géographie ?
 - Quelles limites ?
- Perspectives
 - Quelles préconisations ?