



Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique. Enjeux, méthodes et applications

Guillaume Thirel

► To cite this version:

Guillaume Thirel. Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique. Enjeux, méthodes et applications. 2021. hal-03432899

HAL Id: hal-03432899

<https://hal.inrae.fr/hal-03432899>

Submitted on 17 Nov 2021

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.



➤ Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique. Enjeux, méthodes et applications

Guillaume Thirel (HYCAR)

16/11/2021



Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ D'hydrométéorologie

- 2006 : stage
(CESBIO) à
- 2006-2009
Météorologie
d'ensembl

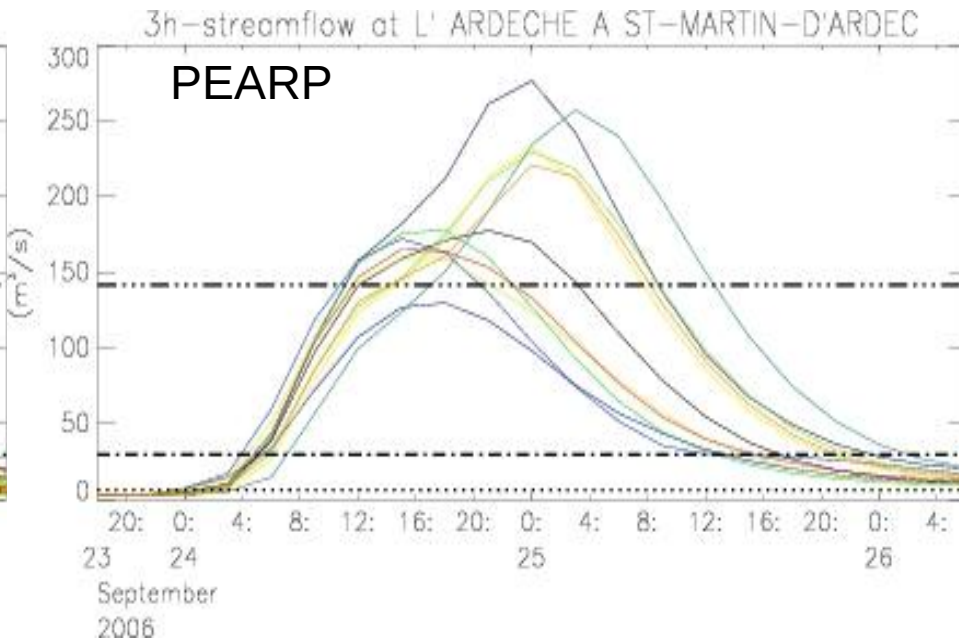
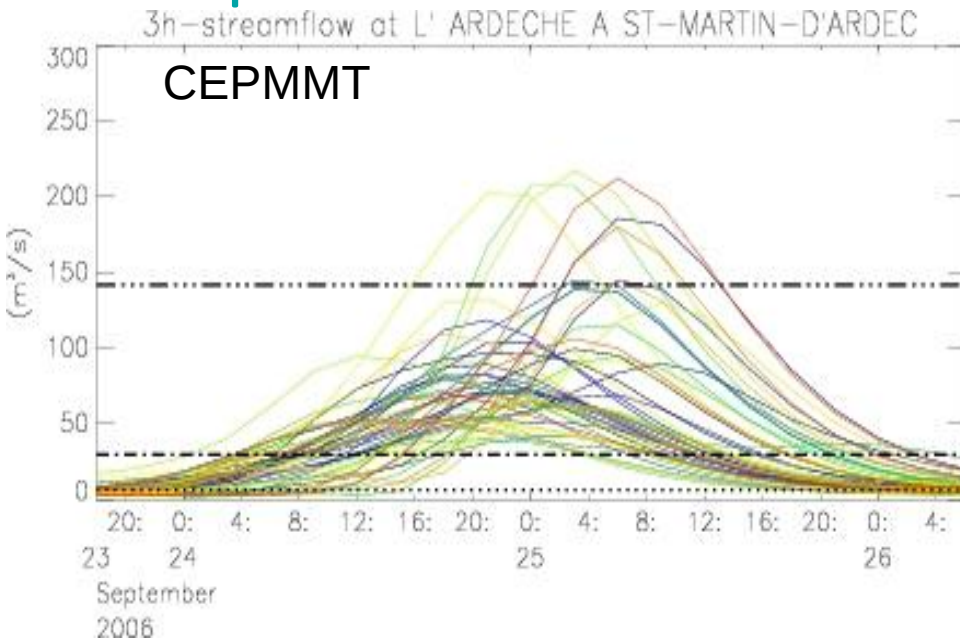


INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

➤ Utilisation de PEARP au lieu de l'EPS ECMWF (CEPMMT) dans les prévisions d'ensemble SIM



CEPMMT : 49 stations PEARP : 338 stations

CEPMMT :
19 stations

PEARP :
486 stations

DECEMBER 2008

THIREL ET AL.

1301

On the Impact of Short-Range Meteorological Forecasts for Ensemble Streamflow Predictions

GUILLAUME THIREL

CNRM-GAME, Météo-France, CNRS, Toulouse, France

FABIENNE ROUSSET-REGIMBEAU

Direction de la Climatologie, Météo-France, Toulouse, France

ERIC MARTIN

CNRM-GAME, Météo-France, CNRS, Toulouse, France

FLORENCE HABETS

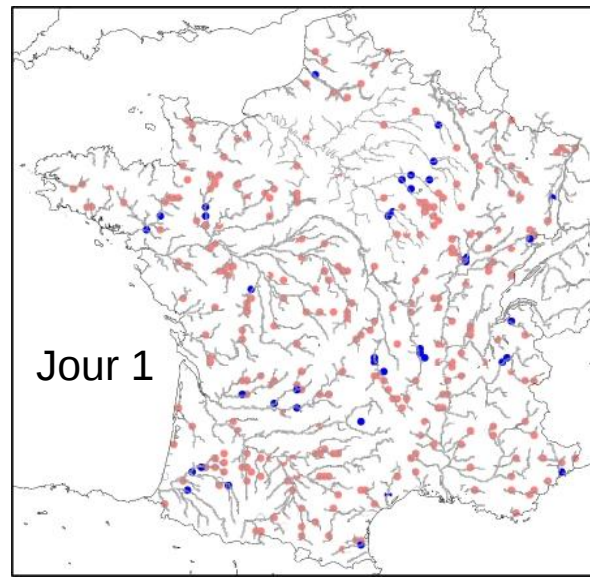
UMR-SISYPHE, ENSMP, CNRS, Fontainebleau, France

(Manuscript received 16 August 2007, in final form 18 March 2008)

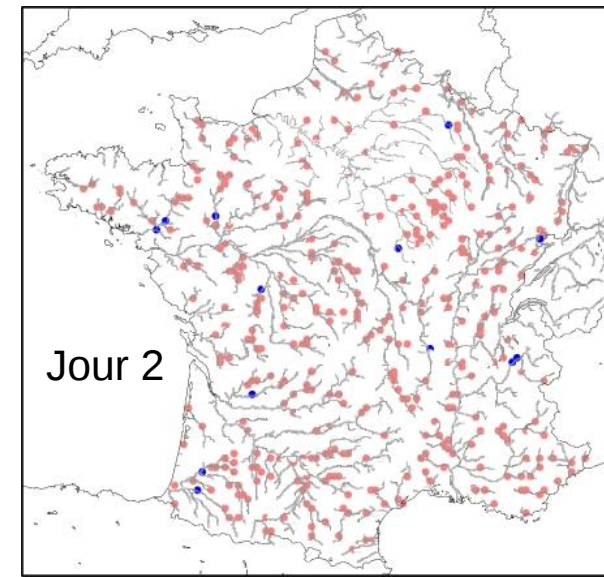
INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume



Amélioration
BSS Q90



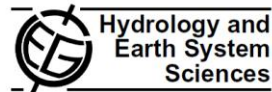
➤ Assimilation de données observées de débits dans SIM

Algorithme = BLUE

Variable de SIM ajustée = humidité du sol

La Garonne à
Portet-sur-Garonne

Hydrol. Earth Syst. Sci., 14, 1623–1637, 2010
www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/1623/2010/
doi:10.5194/hess-14-1623-2010
© Author(s) 2010. CC Attribution 3.0 License.



A past discharges assimilation system for ensemble streamflow forecasts over France – Part 1: Description and validation of the assimilation system

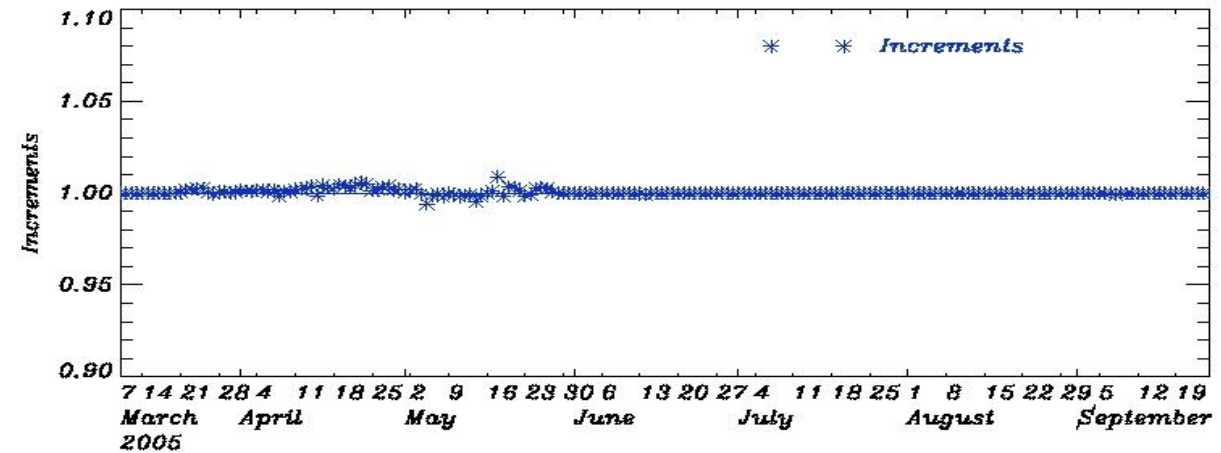
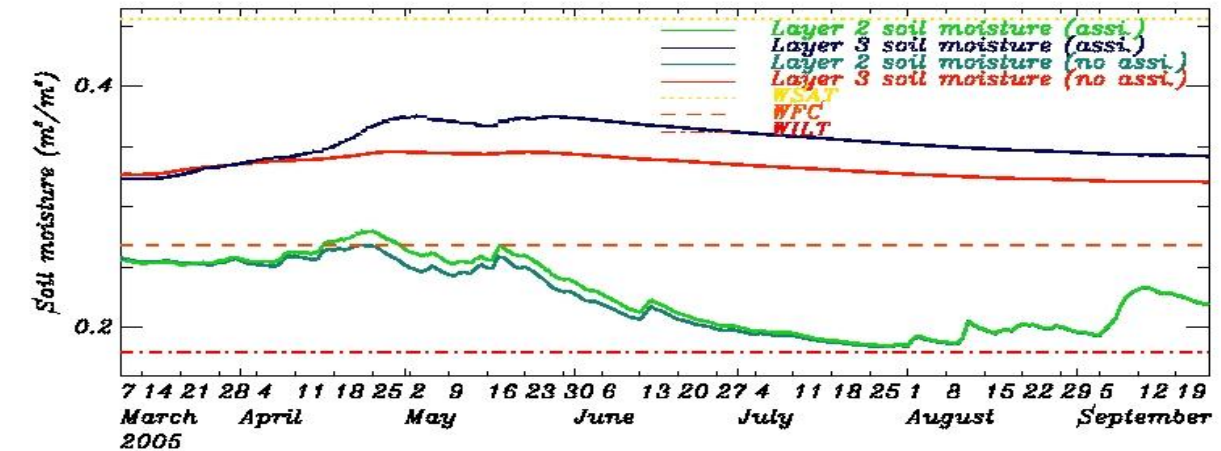
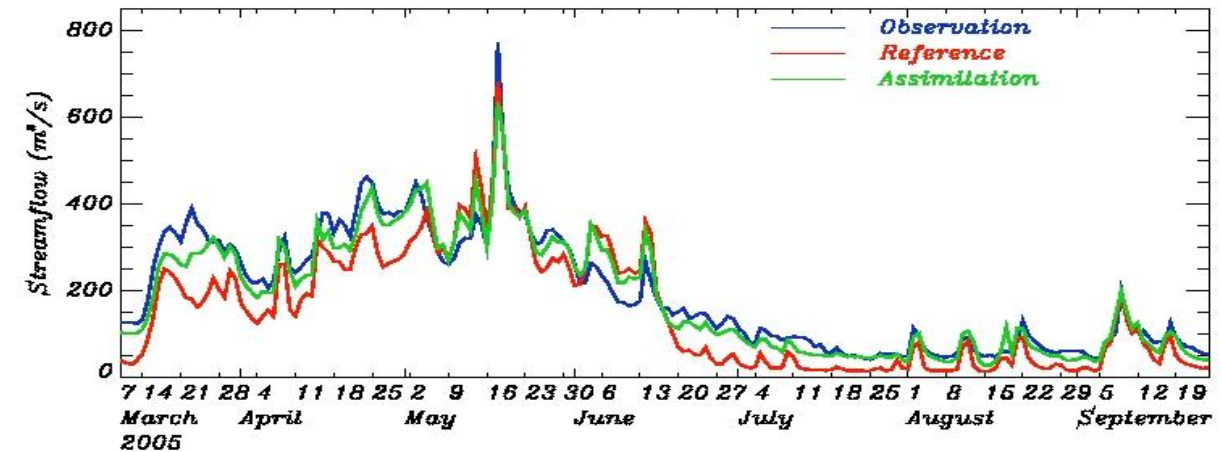
G. Thirel^{1,2}, E. Martin¹, J.-F. Mahfouf¹, S. Massart³, S. Ricci³, and F. Habets⁴

¹CNRM-GAME/GMME, Météo-France, URA 1357, Toulouse, France

²IES, Joint Research Centre, European Commission, Ispra, Italy

³URA CNRS/CERFACS No. 1875, Toulouse, France

⁴UMR Sisyphe, UPMC, ENSMP, CNRS, Paris, France



INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

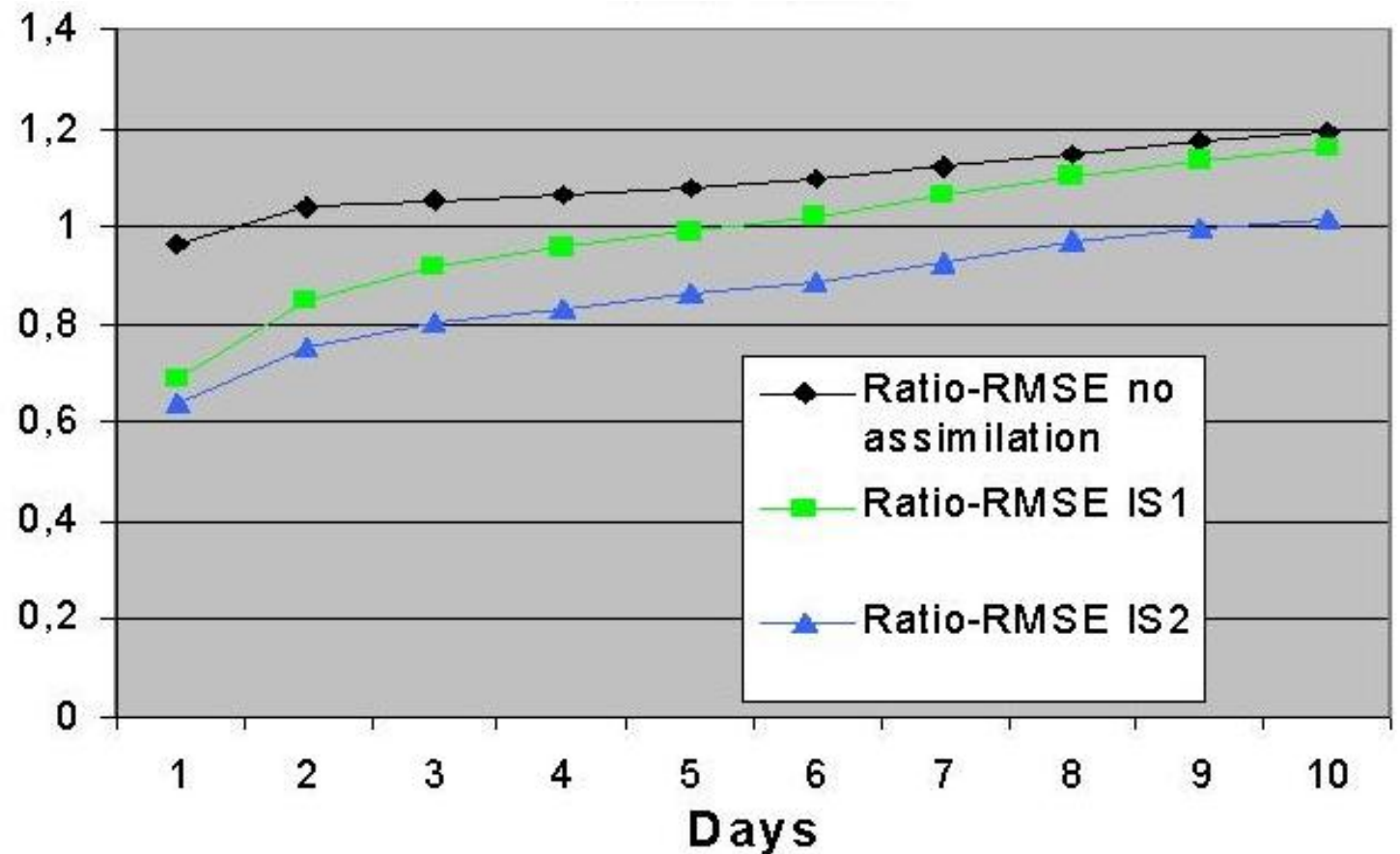
16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

➤ Assimilation de données observées de débits dans SIM

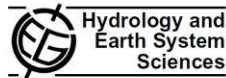
RMSE normalisé

- IS1 = assimilation
- IS2 = assimilation + meilleure physique du modèle

Scores calculés par rapport aux observations



Hydrol. Earth Syst. Sci., 14, 1639–1653, 2010
www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/1639/2010/
doi:10.5194/hess-14-1639-2010
© Author(s) 2010. CC Attribution 3.0 License.



A past discharge assimilation system for ensemble streamflow forecasts over France – Part 2: Impact on the ensemble streamflow forecasts

G. Thirel^{1,2}, E. Martin¹, J.-F. Mahfouf¹, S. Massari³, S. Ricci³, F. Regimbeau⁴, and F. Habets⁵

¹CNRM-GAME/GMME, Météo-France, URA 1357, Toulouse, France

²IES, Joint Research Centre, European Commission, Ispra, Italy

³URA CNRS/CERFACS No. 1875, Toulouse, France

⁴Direction de la climatologie, Météo-France, Toulouse, France

⁵UMR Sisyphe, UPMC, ENSMP, CNRS, Paris, France



INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

➤ D'hydrométéorologue...

- 2006 : stage de fin d'études au Centre d'Etudes de la Biosphère (CESBIO) à Toulouse
- 2006-2009 : thèse au Centre National de Recherche en Météorologie (CNRM) à Toulouse. Amélioration des prévisions d'ensemble de débits sur la France
- 2009-2012 : postdoctorat au Joint Research Centre (JRC) à Ispra, Italie. Assimilation de données satellite d'enneigement dans un modèle hydrologique pour la prévision



INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

➤ A hydroclimatologue ?

- Depuis 2012 : chargé de recherche à Irstea/INRAE dans l'UR HYCAR, à Antony
 - Modélisation hydrologique et changement climatique
- Depuis le 1^{er} septembre 2021 : accueil scientifique au CNRM, à Toulouse

To better reflect
its missions,
Cemagref
becomes Irstea.





Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

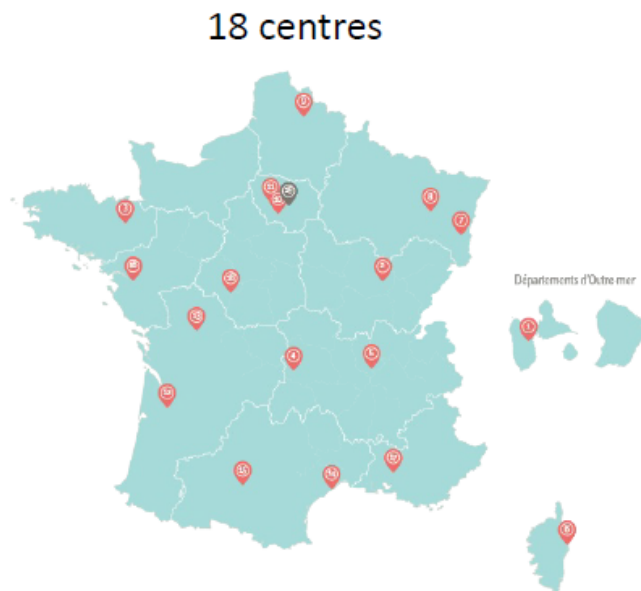
Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ INRAE

INRA + Irstea = INRAE depuis le 1^{er} janvier 2020

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement

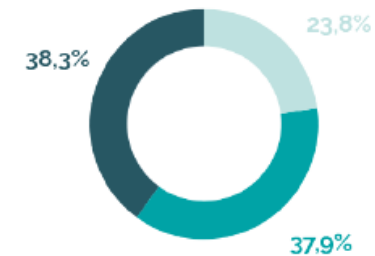
INRAE est un EPST



Plus de 10 000 agents



2811
agents contractuels
(ETPT)



- 1990 chercheurs
- 3165 ingénieurs et assistants ingénieurs
- 3186 techniciens



INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

➤ L'unité de recherche HYCAR

Hydrosystèmes Continentaux Anthropisés - Ressources, Risques, Restauration

Collectif centré autour de 3 équipes et un observatoire de recherche

Création en 2018

Site web : <https://www6.jouy.inrae.fr/hycar>

Equipe Hydroécologie
fluviale (HEF)

<https://hef.inrae.fr>

Equipe Atténuation,
remédiation, transferts et
modélisation des
hydrosystèmes (ARTEMHYS)

<https://artemhys.inrae.fr>



Equipe Hydrologie des
bassins versants (HYDRO)

<https://webgr.inrae.fr>

Observatoire ORACLE

<https://gisoracle.inrae.fr>



➤ L'équipe HYDRO à Antony

27 septembre 2021

21 personnes

■ Chercheurs et ingénieurs titulaires



Vazken
Andréassian
(ICPEF, HDR)



Olivier
Delaigue
(IE)



François
Bourgin
(CR)



Charles
Perrin
(IAE)



Maria-Helena
Ramos
(DR, HDR)



Gaëlle
Tallec
(IR)



Guillaume
Thirel
(CR)



Alban
de Lavenne
(CR)
(avec ARTEMHYS)



François
Tilmant
(IE)

■ Doctorants



Antoine
Pelletier



Paul
Astagneau



Thibault
Lemaitre-Basset



Myriam
Soutif-Bellenger



Cyril
Thébault

■ Post-docs et ingénieurs contractuels



Léonard
Santos



Anne-Lise
Véron



Daniela
Peredo



Paul
Royer-Gaspard



Jean-Baptiste
Boissonnat

■ Scientifiques accueillis



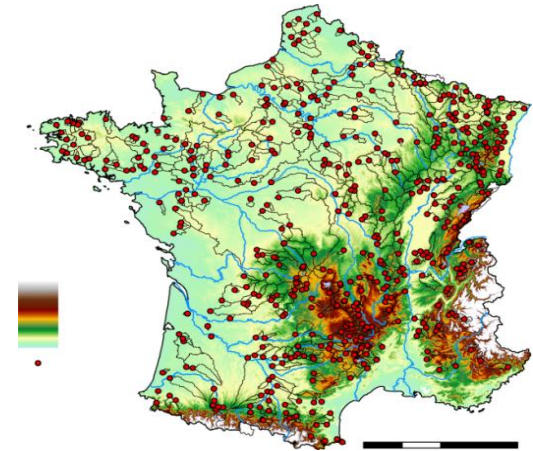
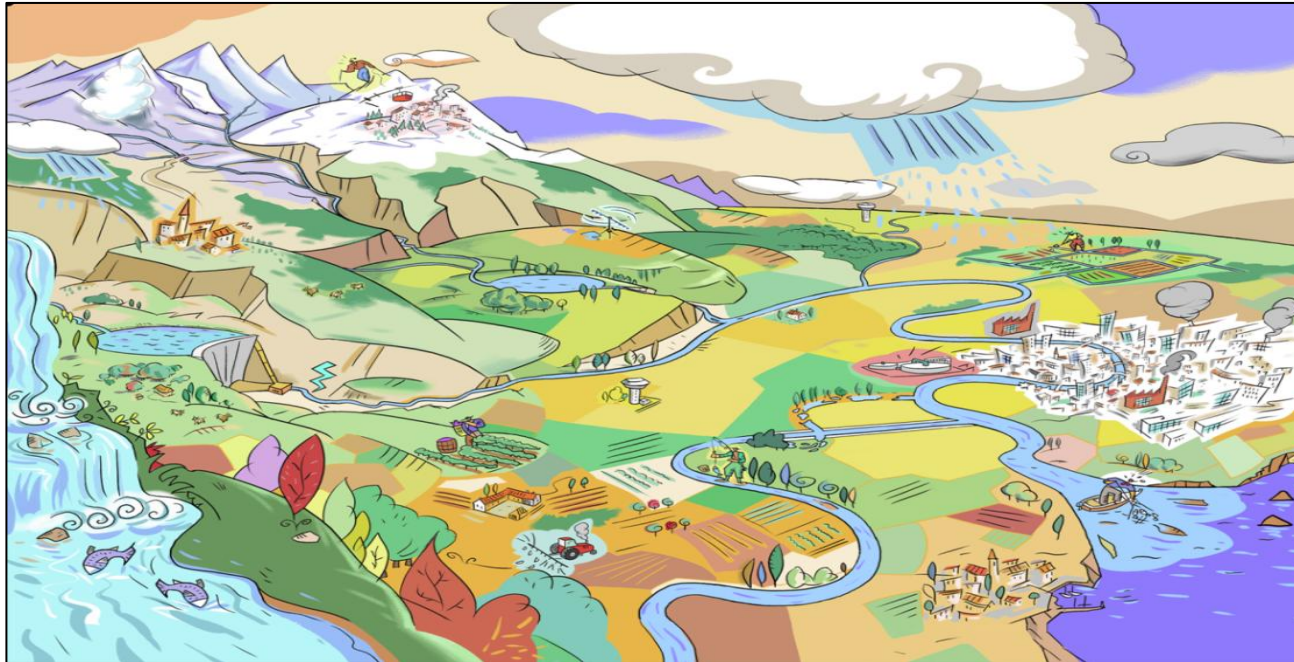
Bruno
Lemaire
(avec ARTEMHYS)



Pierre
Brigode

➤ Systèmes d'étude

➤ Bassins versants naturels et anthropisés



➤ Enjeux de l'hydrologie de surface quantitative



Prévision des crues



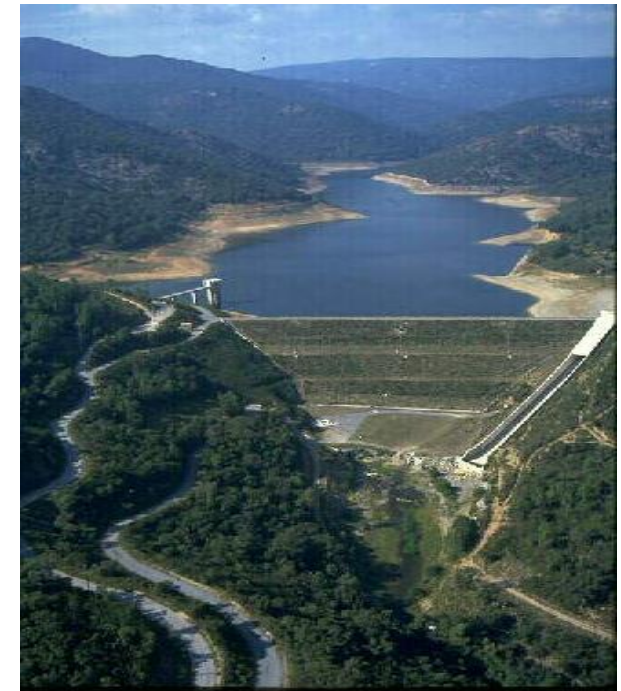
Prévision des étiages



Dimensionnement d'ouvrages



Impact de l'anthropisation



Gestion d'ouvrages



Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

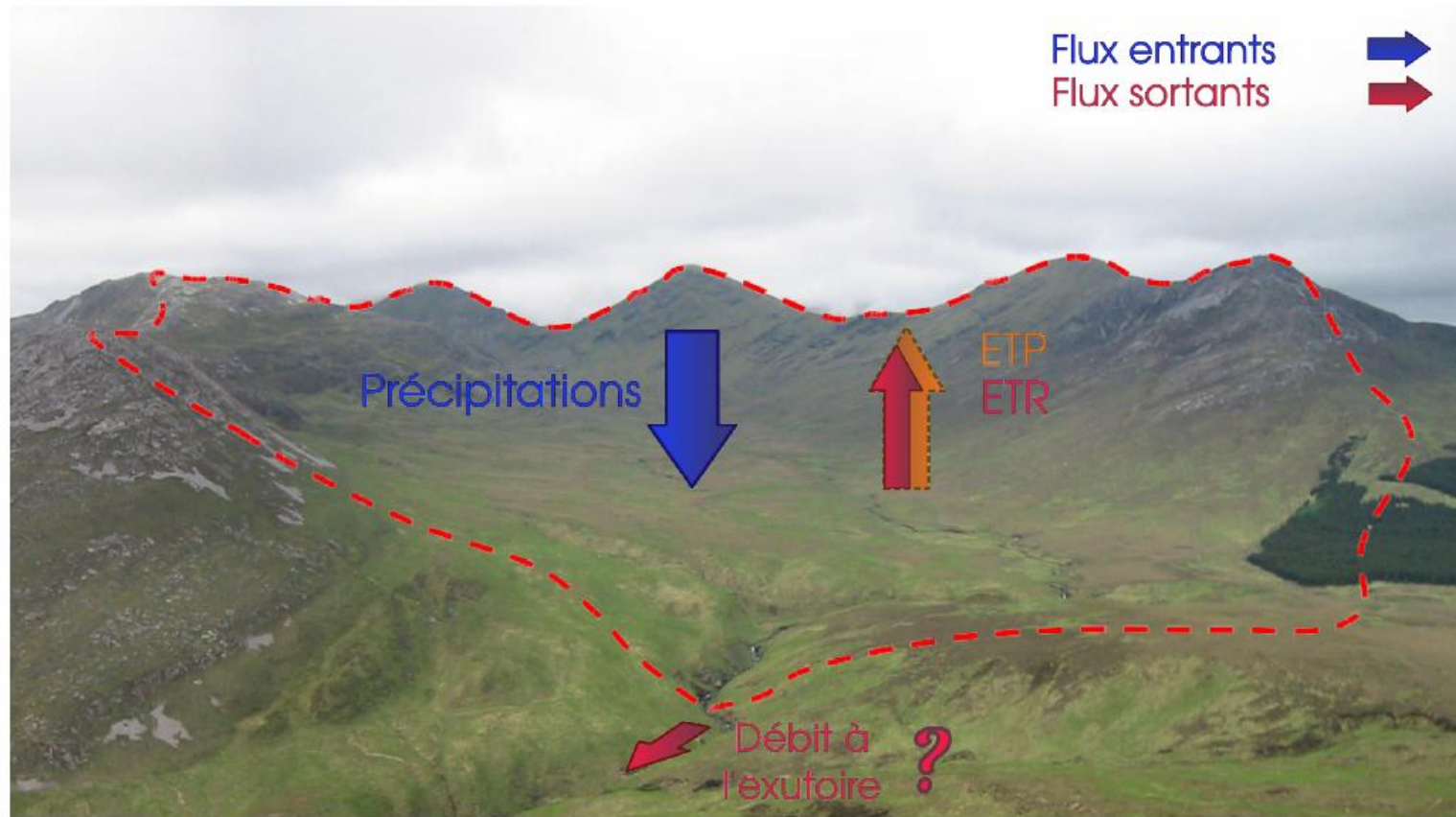
Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ Les flux hydrologiques en surface



Flux hydrologiques par unité de surface. Source : N. Le Moine et L. Santos

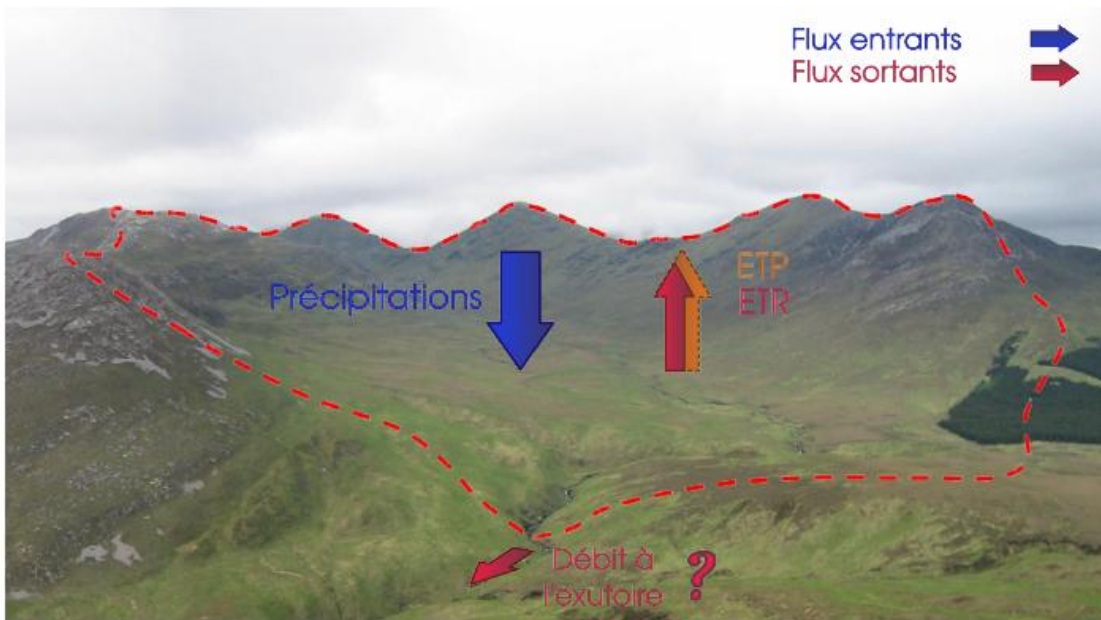
➤ Unité de surface : le bassin versant



Flux surfaciques à l'échelle du bassin versant. Source : N. Le Moine et L. Santos

➤ Conceptualisation du système bassin versant dans un modèle hydrologique

- Modèles composés d'une fonction de production et d'une fonction de routage
- Dans les modèles GR : représentation globale à l'échelle du bassin versant



Flux surfaciques à l'échelle du bassin versant. Source : N. Le Moine et L. Santos

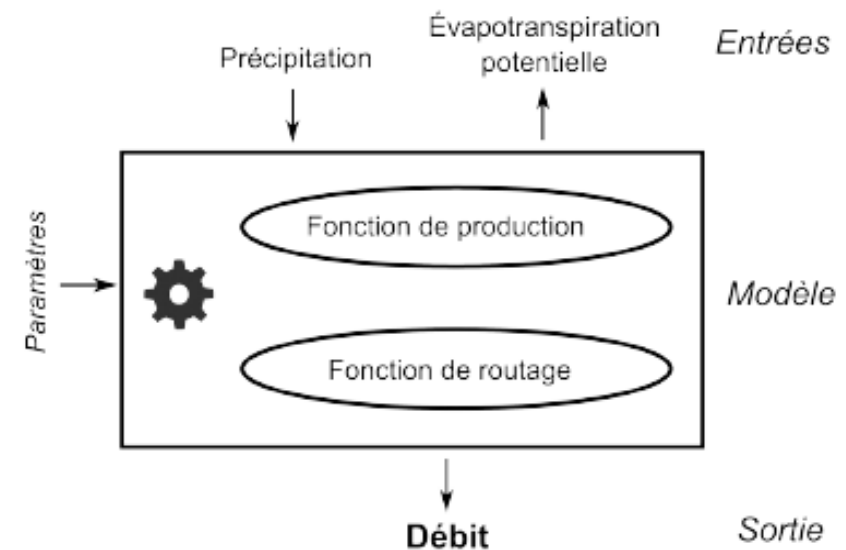


Schéma générique d'un modèle hydrologique.
Source : L. Santos.

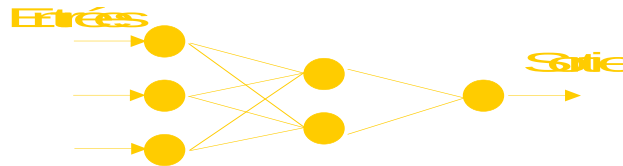
➤ Trois grandes catégories de modèles hydrologiques

Modèles 'boîte noire'

Modèle auto-regressif ARMAX

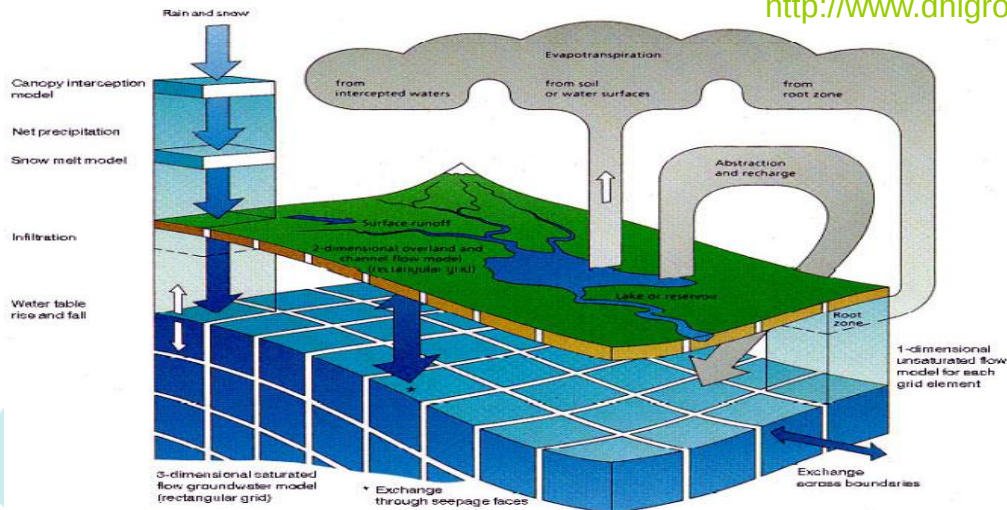


Réseaux de neurones

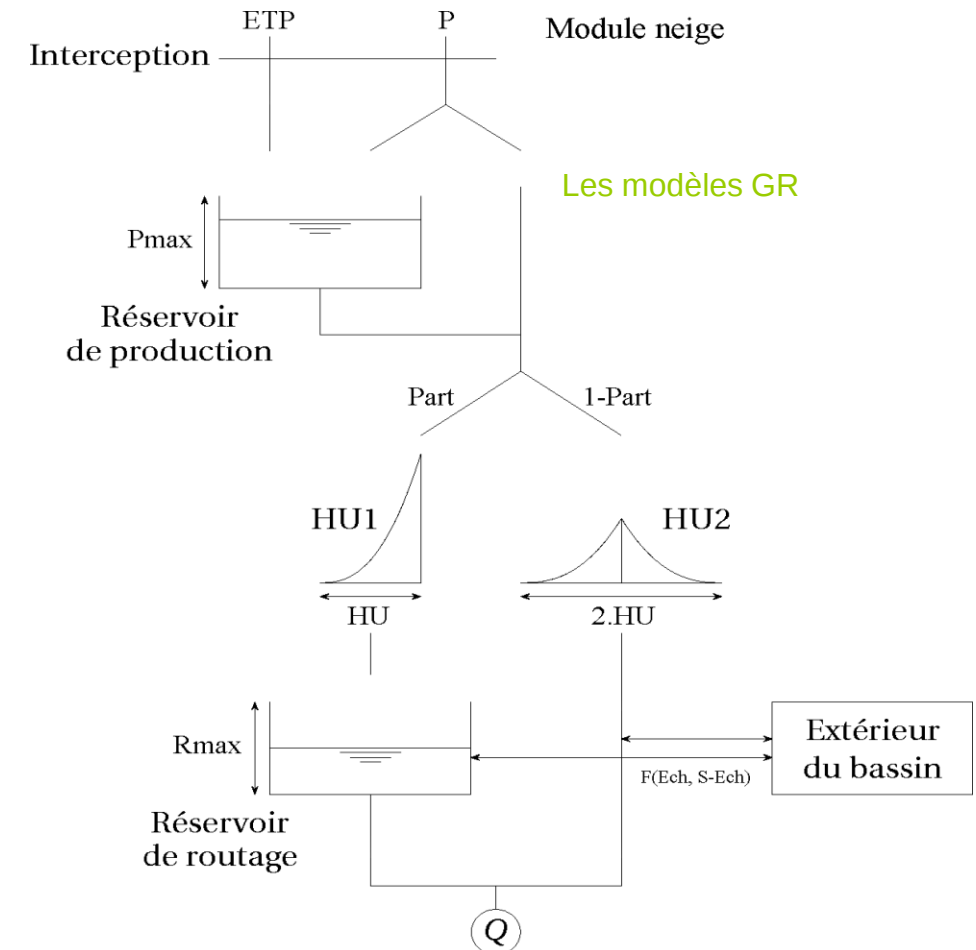


Modèles 'physiques'

Modèle MIKE_SHE
<http://www.dhigroup.com/>

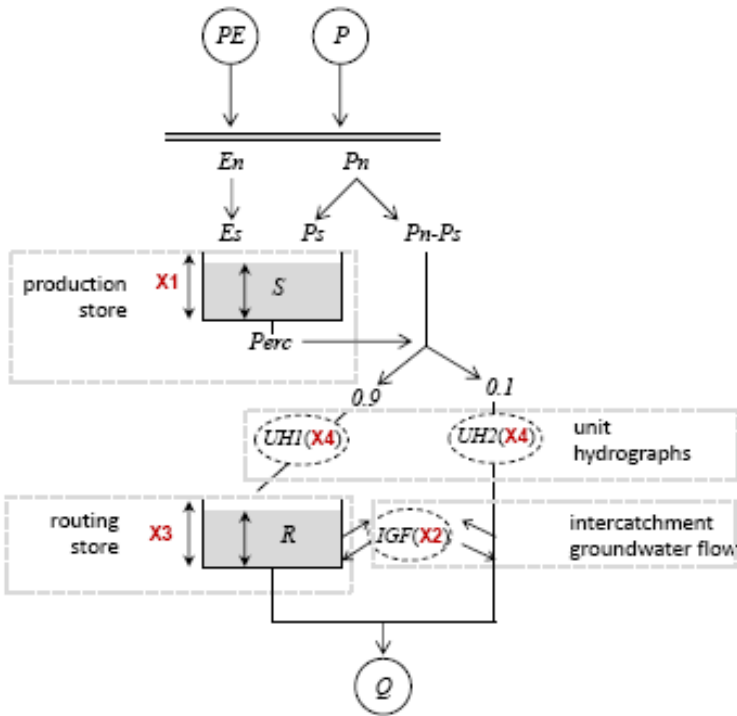


Modèles conceptuels (« à réservoir ») et empiriques



➤ GR4J

Le schéma du modèle GR4J

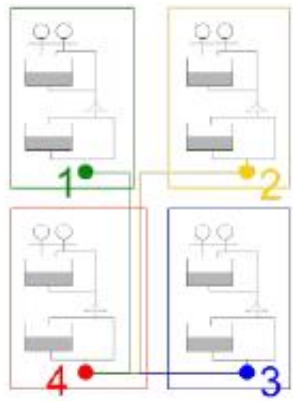


- Appartient à une famille de modèles développés depuis la fin des années 70
- Modèle fonctionnant à l'échelle du bassin versant agrégé (*simplification spatiale*), au pas de temps journalier (*simplification temporelle*), basé sur des réservoirs conceptuels avec 4 paramètres à optimiser (*simplification des processus*)
- GR4J ne prend pas en comptes les macropores créés par les vers de terre... mais fournit néanmoins de très bonnes simulations des débits

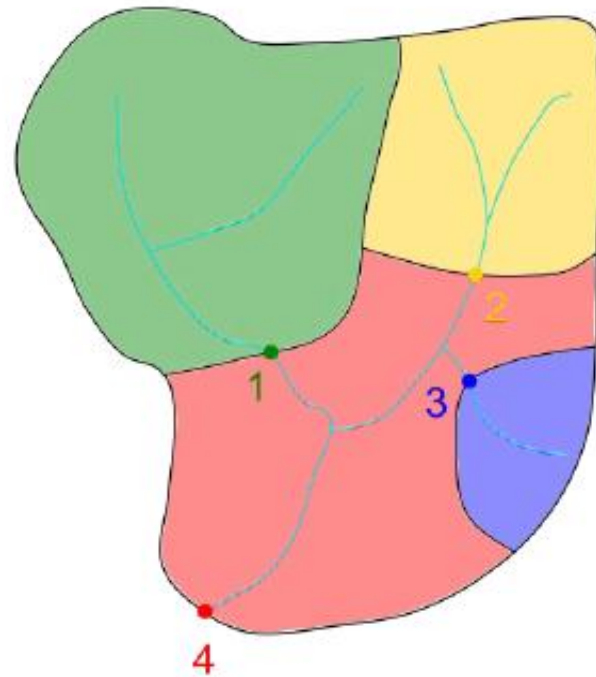
Perrin, C., Michel, C. and Andréassian, V., 2003. Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 279 : 275-289

➤ Une modélisation désormais semi-distribuée

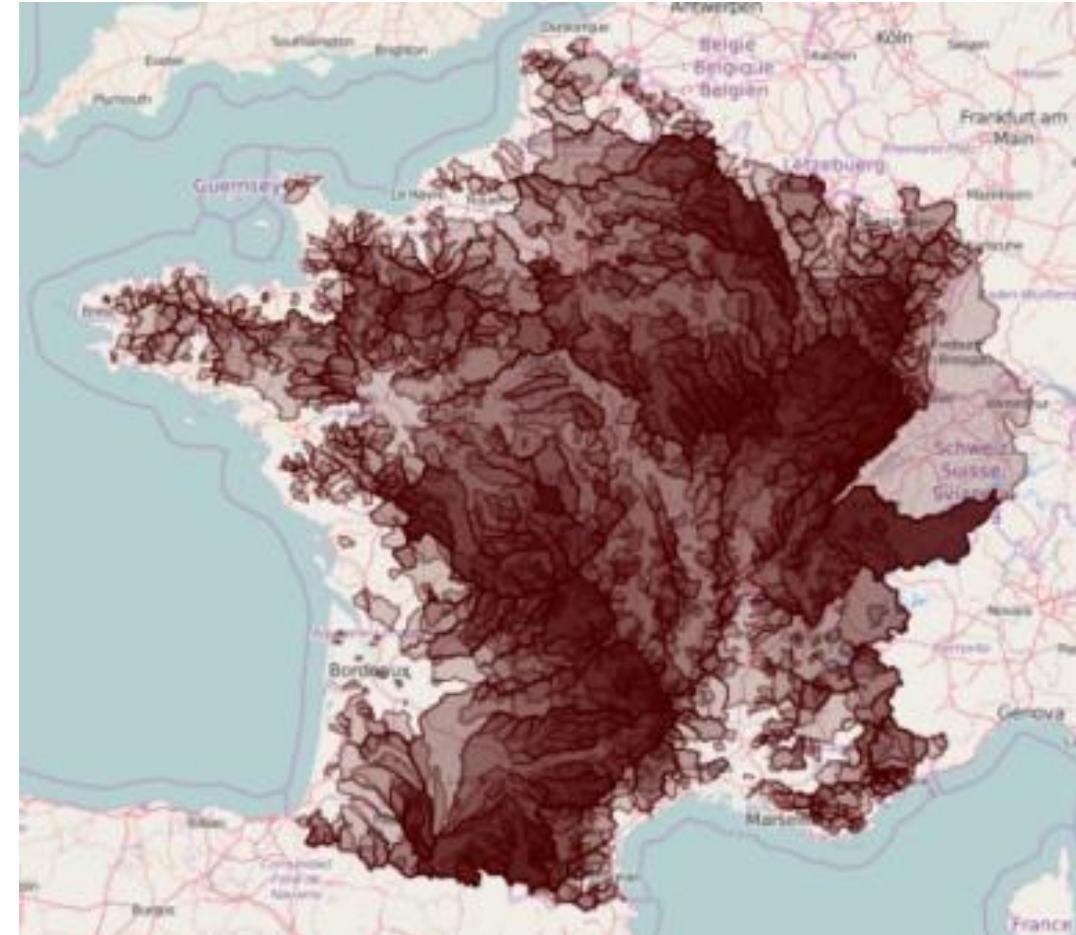
Pour une prise en compte plus fine des hétérogénéités spatiales



GRSD

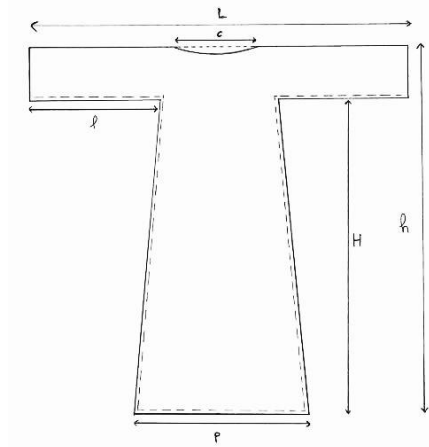


Exemple de bassin



➤ L'estimation des paramètres, une histoire de couture ?!

$\{c, l, L, h, H, p\}_1$

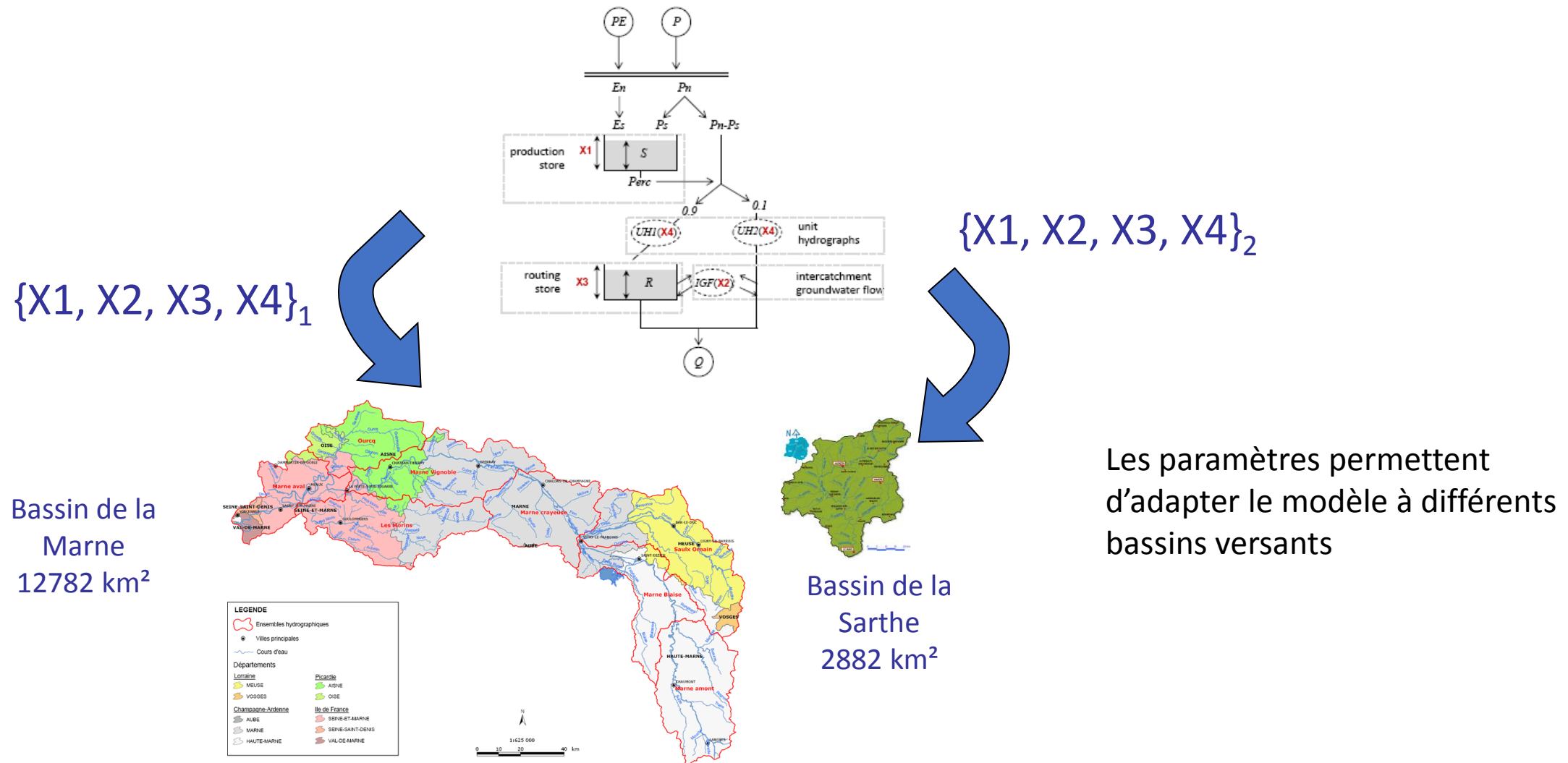


$\{c, l, L, h, H, p\}_2$



➤ Le choix de la mesure est basée sur les mensurations des personnes

➤ L'estimation des paramètres, une histoire de couture ?!



➤ Quelles valeurs de paramètres ?



Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

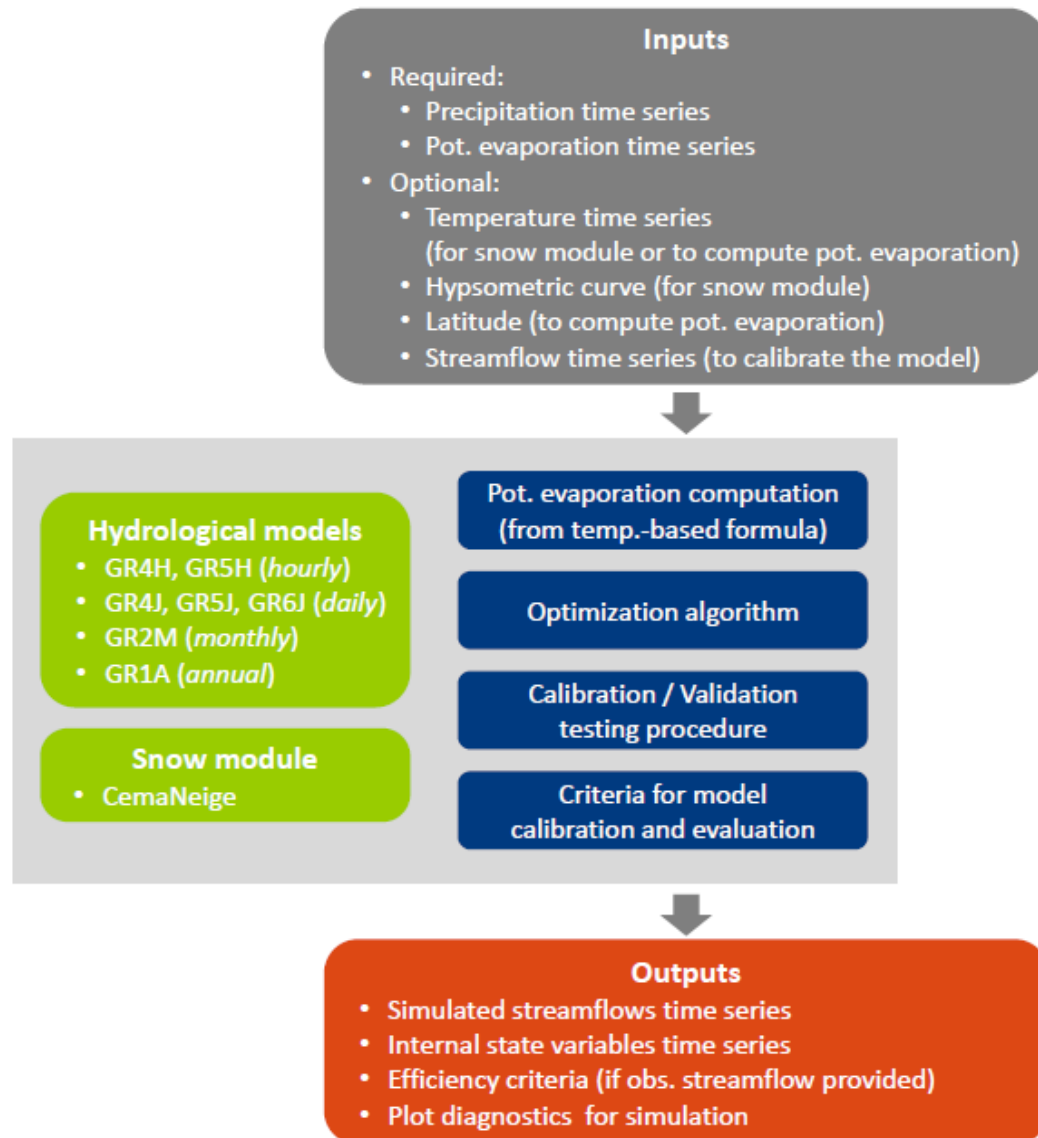
Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

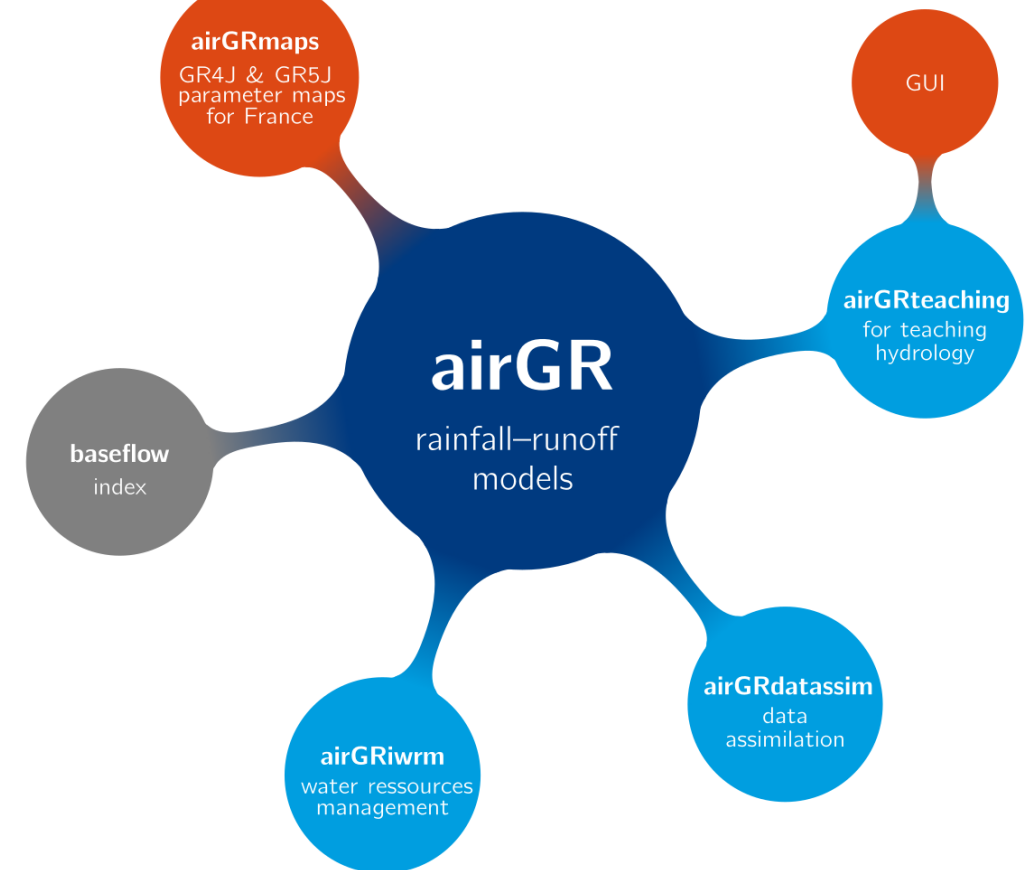
- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ Les modèles GR dans un package R, airGR

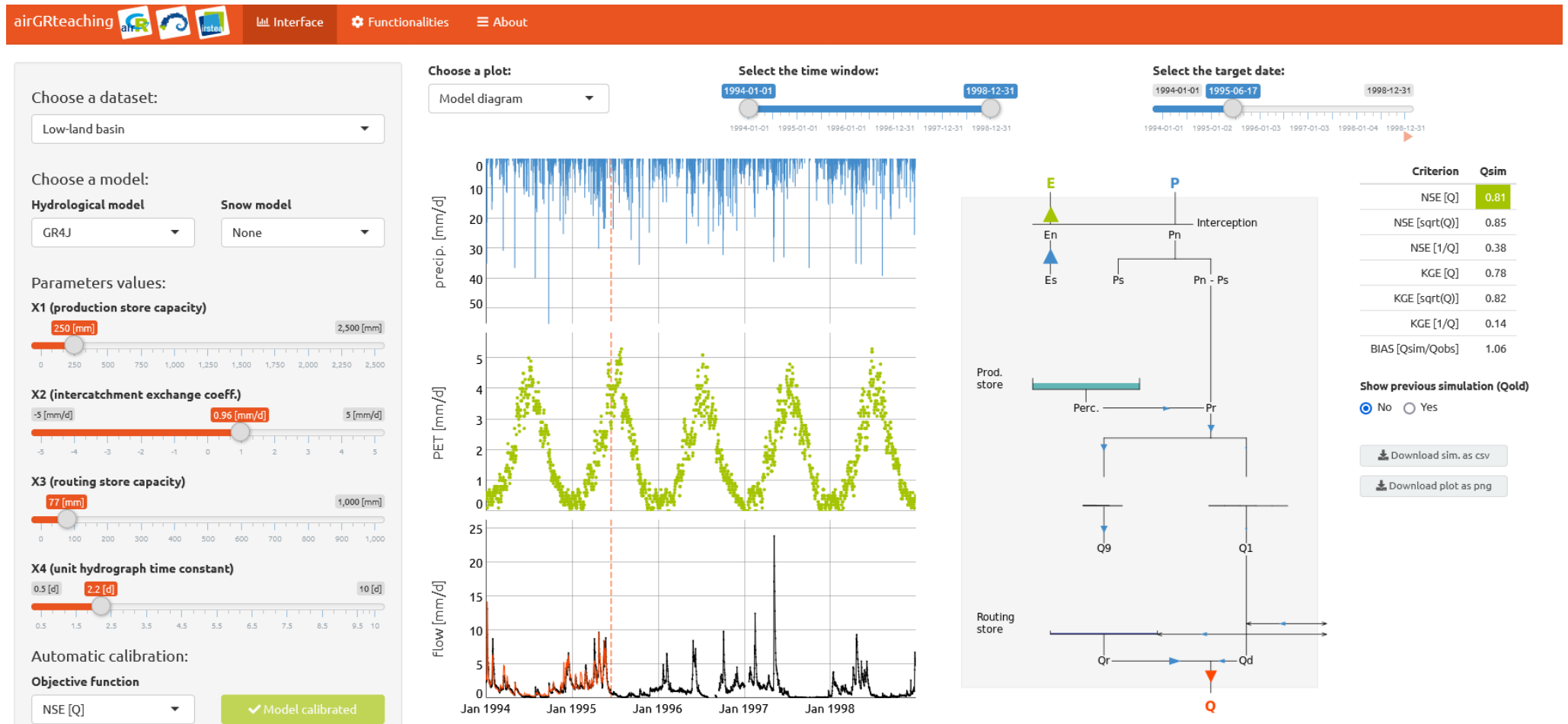


airGR packages constellation



➤ Interface d'airGRteaching

Dans le package ou en ligne sur <https://sunshine.irstea.fr/app/airGRteaching>



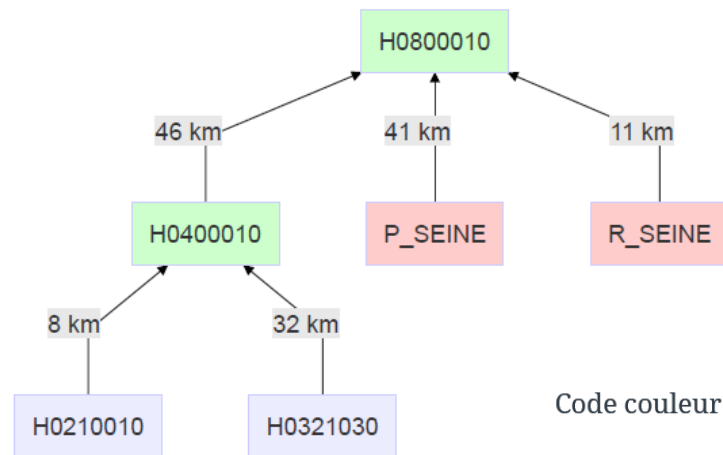
> airGRiwrn

Une extension d'airGR pour la gestion intégrée des ressources



Package implémenté par D. Dorchie, UMR G-EAU, INRAE

<http://airgriwrn.g-eau.fr/>



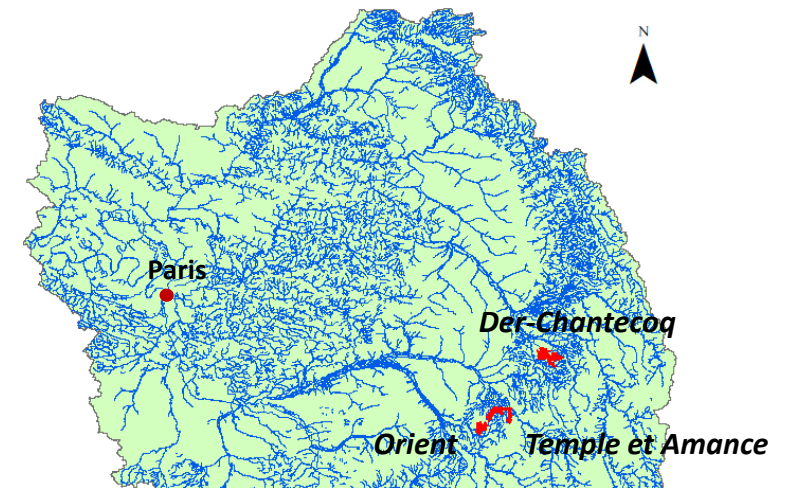
Code couleur:

- rouge pour un noeud d'entrée directe (pas de simulation hydrologique)
- bleu pour un noeud amont (modèle GR)
- vert pour noeud intermédiaire/aval (modèle GR + LAG)

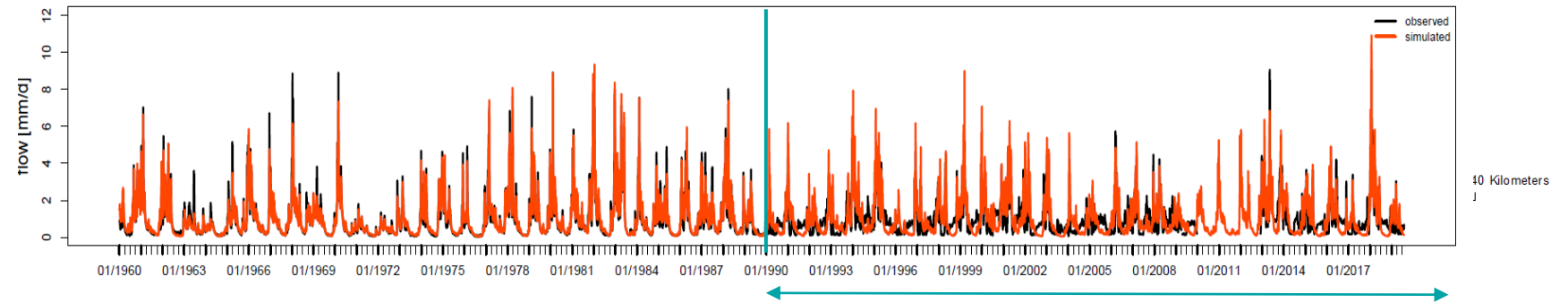
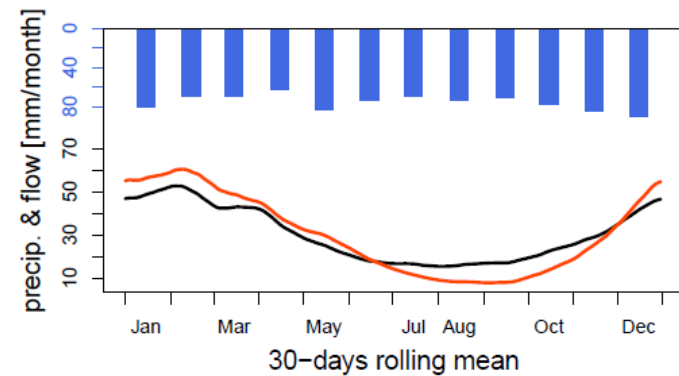
id	down	length	model	area
H0800010	NA	NA	RunModel_GR4J	3499.50
H0400010	H0800010	45.81	RunModel_GR4J	2340.37
H0210010	H0400010	7.86	RunModel_GR4J	1462.66
H0321030	H0400010	32.34	RunModel_GR4J	548.93
P_SEINE	H0800010	41.00	NA	NA
R_SEINE	H0800010	11.00	NA	NA

➤ Une première application sur la Seine

Stage de Laura Nunez Torres

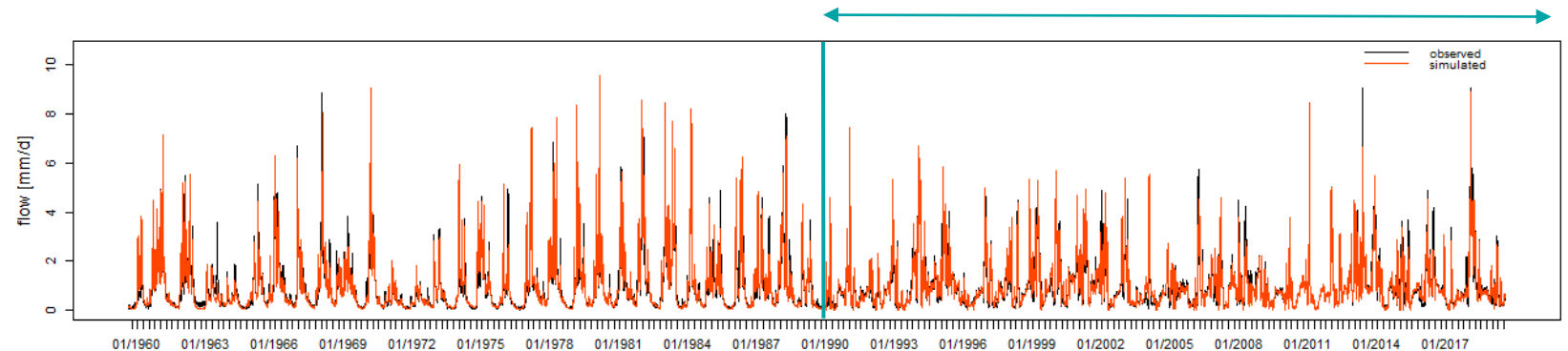
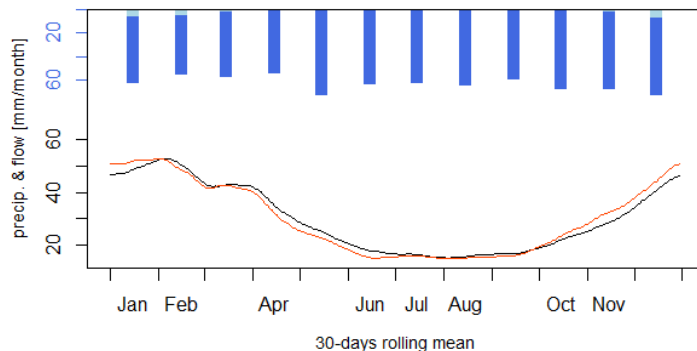


Modélisation sans intégration des lacs-réservoirs



Modélisation avec intégration des lacs-réservoirs

Mise en service des lacs-réservoirs Temple et Amance





Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

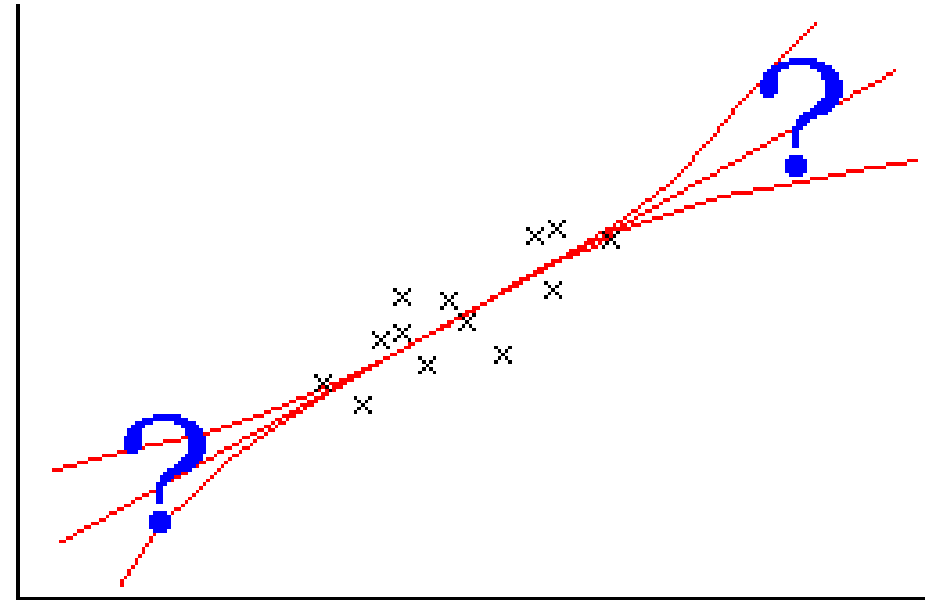
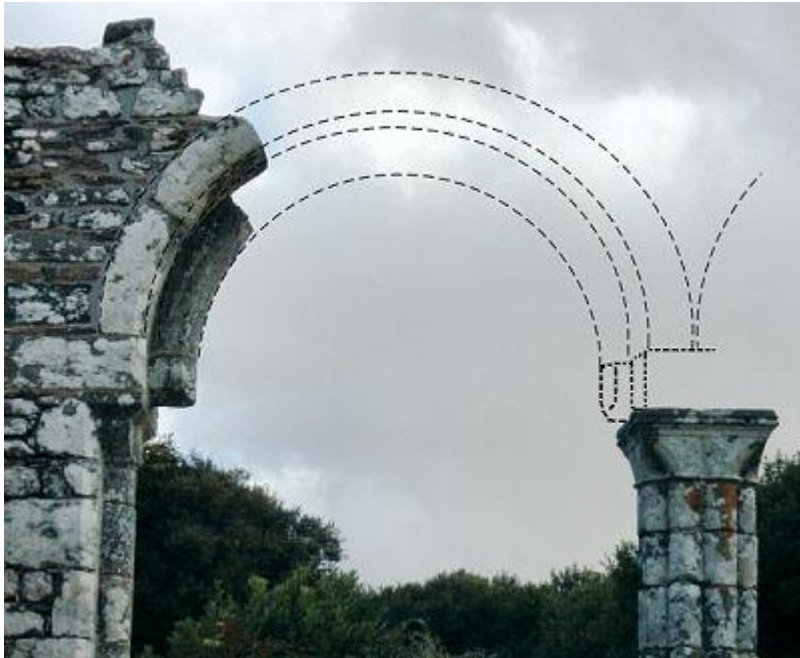
Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ L'extrapolation, une faiblesse connue...

... mais domaine d'application classique du modèle hydrologique



Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques, 60 (7–8) 2015

<http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2015.1050027>

Special issue: *Modelling Temporally-variable Catchments*

1165

EDITORIAL

On the need to test hydrological models under changing conditions

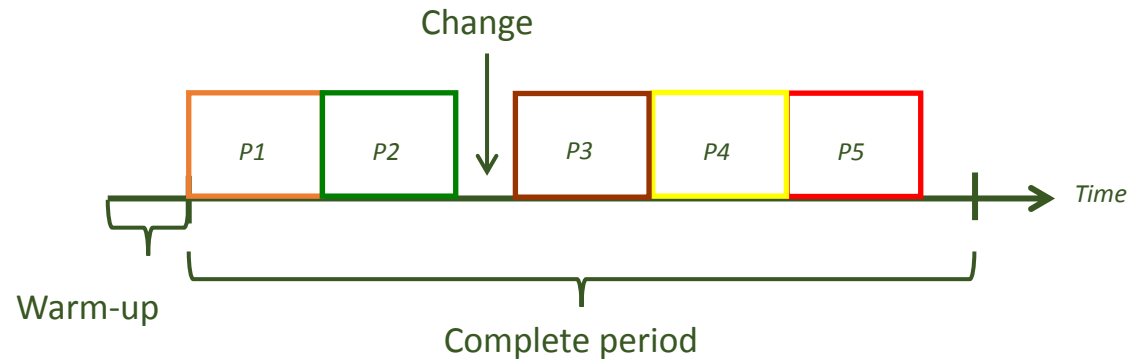
Guillaume Thirel, Vazken Andréassian and Charles Perrin

INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

➤ Mesure de la robustesse des modèles hydrologiques



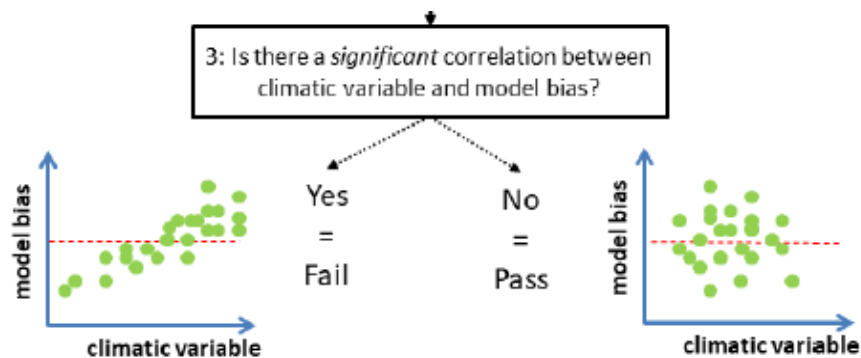
- i) Stratégies de calage-contrôle (un modèle doit perdre peu de performance en étant contrôlé sur une période indépendante pour être transférable)

Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques, 60 (7–8) 2015
<http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2014.967248>
 Special issue: Modelling Temporally-variable Catchments

Hydrology under change: an evaluation protocol to investigate how hydrological models deal with changing catchments

G. Thirel¹, V. Andréassian¹, C. Perrin¹, J.-N. Audouy², L. Berthet², P. Edwards³, N. Folton⁴, C. Furusho¹, A. Kuentz^{1,5,6}, J. Lerat⁷, G. Lindström⁸, E. Martin⁹, T. Mathevet⁵, R. Merz¹⁰, J. Parajka¹¹, D. Ruelland¹² and J. Vaze¹³

- ii) Analyses a posteriori de l'évolution des erreurs (il ne doit pas y avoir de dépendance au climat)



Hydrol. Earth Syst. Sci., 25, 5013–5027, 2021
<https://doi.org/10.5194/hess-25-5013-2021>
 © Author(s) 2021. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Hydrology and
Earth System
Sciences



Technical note: RAT – a robustness assessment test for calibrated and uncalibrated hydrological models

Pierre Nicolle^{1,a}, Vazken Andréassian¹, Paul Royer-Gaspard¹, Charles Perrin¹, Guillaume Thirel¹, Laurent Coron², and Léonard Santos¹

INRAE

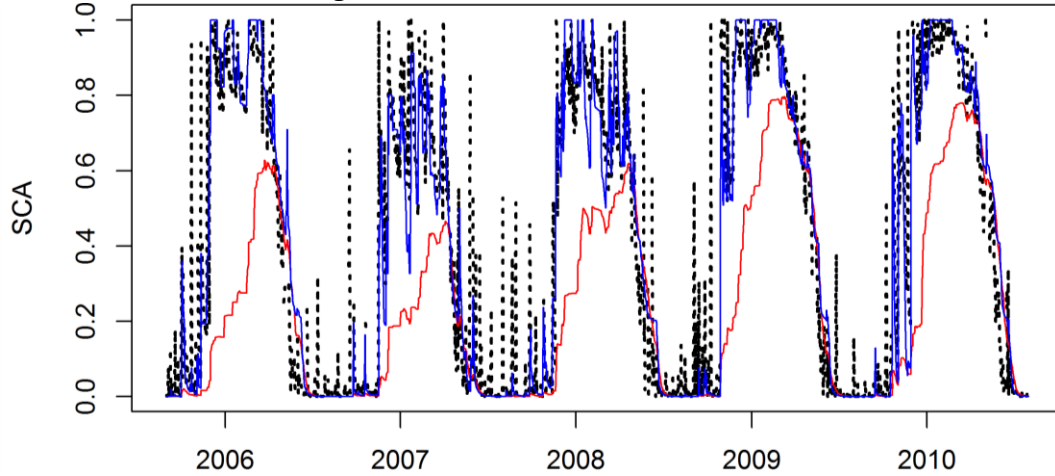
Modélisation hydrologique et impacts du changement climatique

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

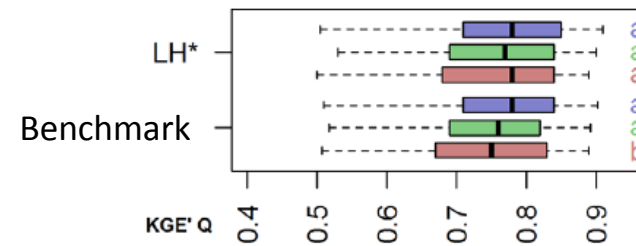
➤ Vers une amélioration des processus modélisés dans les modèles GR

Les données satellite : une source de données complémentaire aux débits

- SCA observé MODIS
- SCA simulé CemaNeige benchmark
- SCA simulé CemaNeigeLH*



Performance Débits



Hydrol. Hydromech., 67, 2019, 1, 70–81
 DOI: 10.2478/johh-2018-0004

Revisiting a simple degree-day model for integrating satellite data:
implementation of SWE-SCA hystereses
Philippe Riboust^{1, 2*}, Guillaume Thirel², Nicolas Le Moine¹, Pierre Ribstein¹

- Calage avec SCA MODIS + débits
- Comparaison convaincante avec données satellites d'humidité, d'ETR, etc.

Hydrol. Earth Syst. Sci., 25, 1069–1095, 2021
<https://doi.org/10.5194/hess-25-1069-2021>
 © Author(s) 2021. This work is distributed under
 the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Behind the

Behind the scenes of streamflow model performance

Hydrology and
Earth System
Sciences



Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ Le projet CHIMERE 21

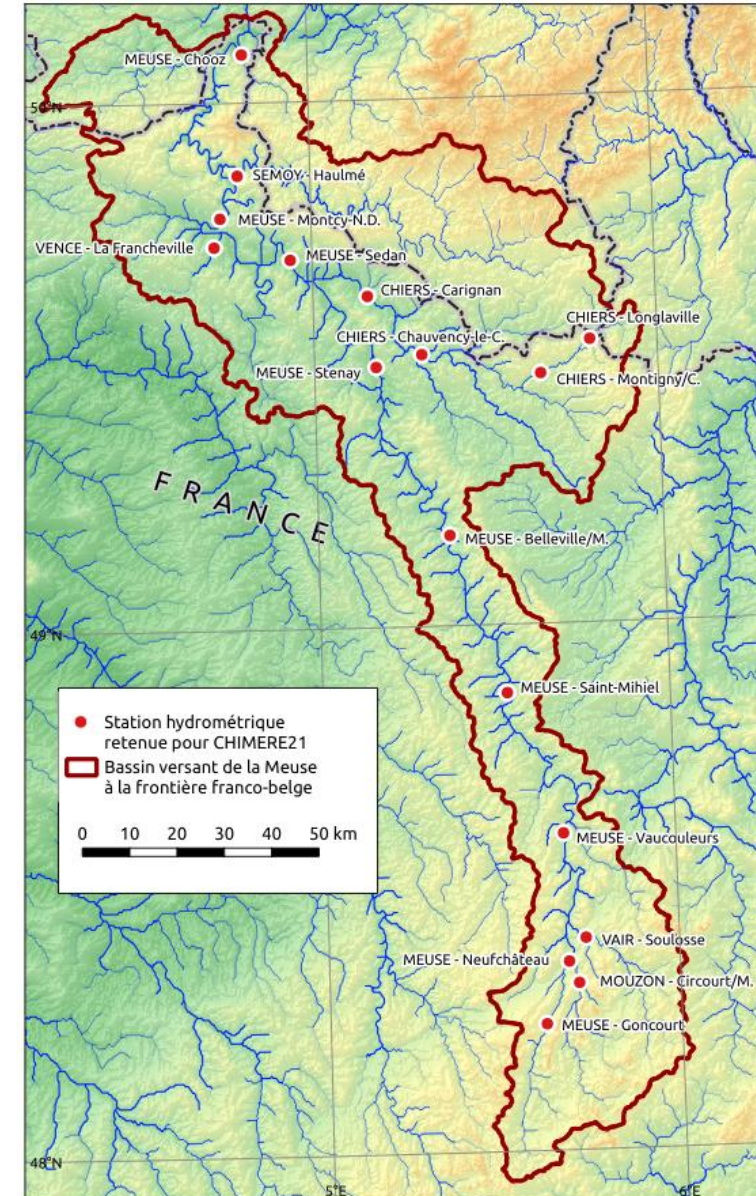
CHlers - Meuse : Evolution du RégimE Hydrologique au 21^e siècle

Thème du projet : Etude de l'impact du changement climatique sur les débits de la Chiers et de la Meuse

Partenaires : INRAE (anciennement Irstea), Météo-France, EDF, Université de Lorraine, DREAL Grand-Est

Durée du projet : 2017-2021

Financement : Agence de l'Eau Rhin-Meuse



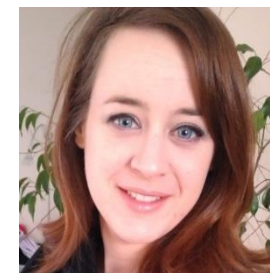
➤ Les partenaires



Guillaume Thirel
(INRAE Antony, coordination)



Lila Collet
(INRAE Antony)



Fabienne Rousset
(Météo-France)



Olivier Delaigue
(INRAE Antony)

Joël Gailhard
(EDF)



Mathieu Reverdy
(INRAE Lyon)



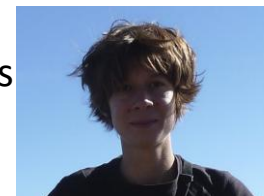
Jean-Philippe Vidal
(INRAE Lyon)



Matthieu Le Lay
(EDF)



Raphaëlle Samacoits
(Météo-France)



Morgane Terrier
(INRAE Antony)



Jean-Pierre Wagner
(DREAL Grand-Est)



Charles Perrin
(INRAE Antony)

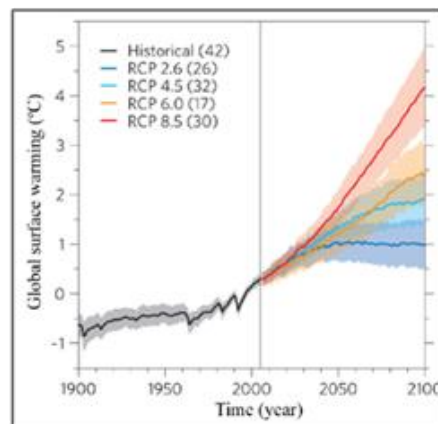


Didier François
(Université de
Lorraine)



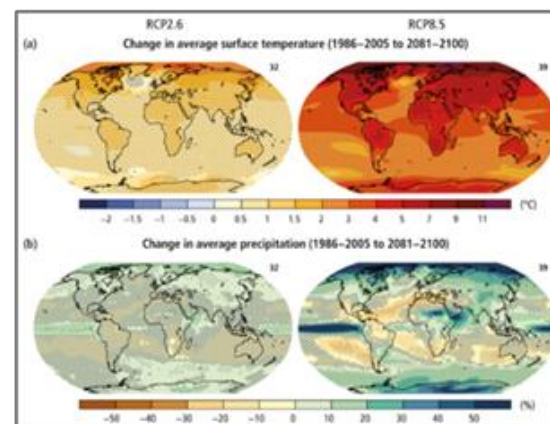
➤ La chaîne de modélisation de l'impact du changement climatique

RCPs



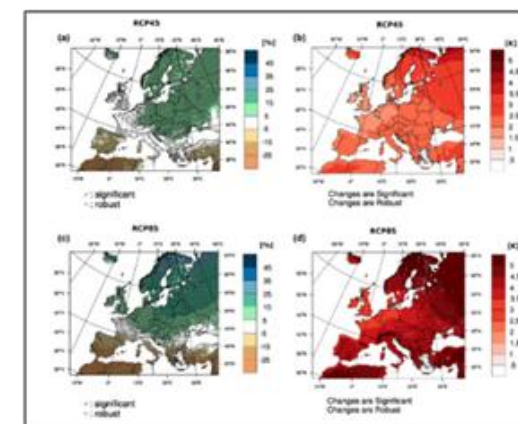
Source : Knutti and Sedláček (2013)

GCMs



Source : Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects

RCMs



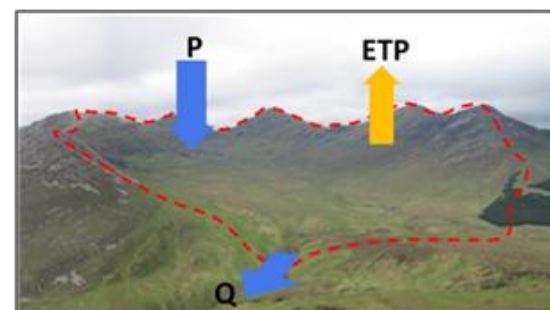
Source : Jacob et al., 2013

Cascade d'incertitude



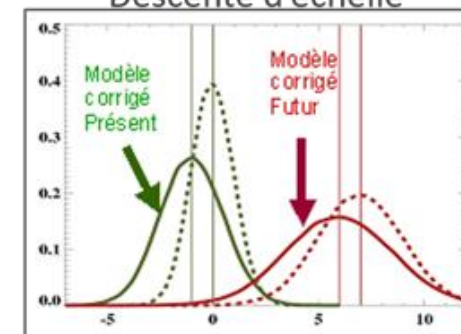
Wilby and Dessai (2010)

Modélisation hydrologique



Echelle d'étude : le bassin versant

Corrections de biais/
Descente d'échelle



Source : Drias. Exemple méthode quantile-quantile

➤ Le changement climatique sur le bassin de la Meuse

Evolution climatique saisonnière sur le bassin de la Meuse :

Forte incertitude					
Été (tous modèles et RCP)	Températures	Précipitations	Hiver (tous modèles et RCP)	Températures	Précipitations
Futur proche	+ 0,4 à + 1,2 °C	-14 à + 23 %	Futur proche	+ 0,8 à + 1,5 °C	+ 1 à + 35 %
Futur moyen	+ 1,3 à + 3,1 °C	-26 à + 15 %	Futur moyen	+ 1,3 à + 2,9 °C	+ 15 à + 47 %
Futur lointain	+ 1 à + 4,4 °C	-39 à + 21 %	Futur lointain	+ 1,8 à + 4,4 °C	+ 18 à + 57 %

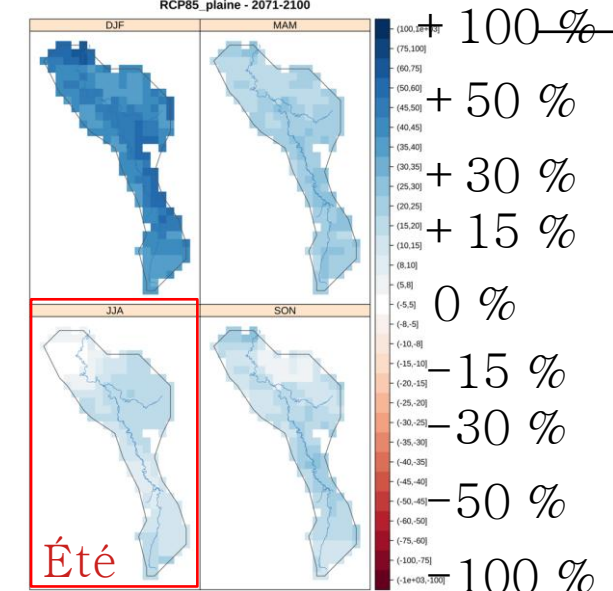
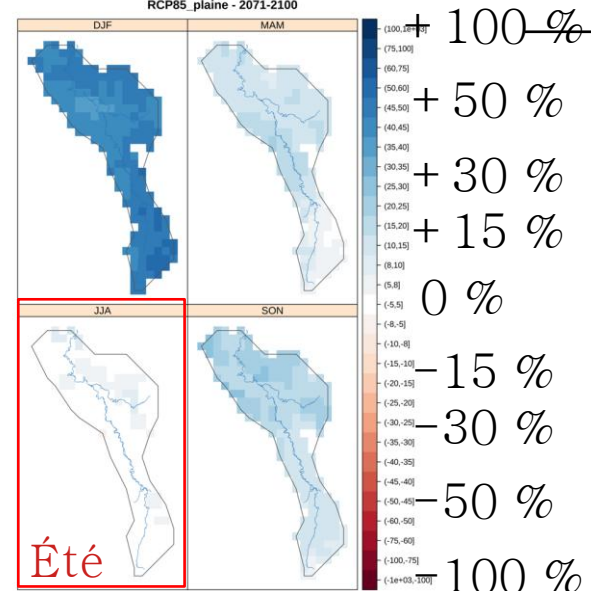
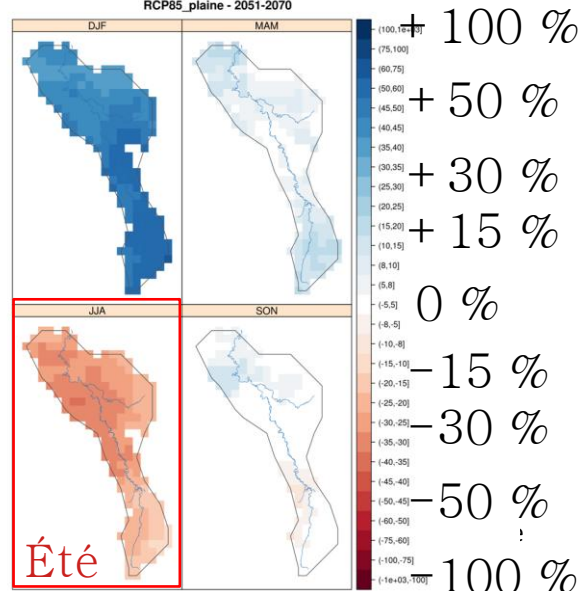
Été « sec » : 2 couples

Été « neutre » : 1 couple

Été « pluvieux » : 2 couples

Futur lointain
RCP8.5

Écarts par rapport à la
Période historique



INRAE

Modélisa

16 noven

➤ Modélisation hydrologique

Quatre modèles hydrologiques pour la prise en compte de l'incertitude liée aux modèles

Nécessité d'utiliser plusieurs modèles hydrologiques, car on a pu voir dans le passé que les projections hydrologiques pouvaient fortement dépendre du modèle utilisé

Choix de quatre modèles hydrologiques :



Conceptuel
Semi-distribué
(sous-bassins)



Conceptuel
Semi-distribué
(sous-bassins)



Conceptuel
Global

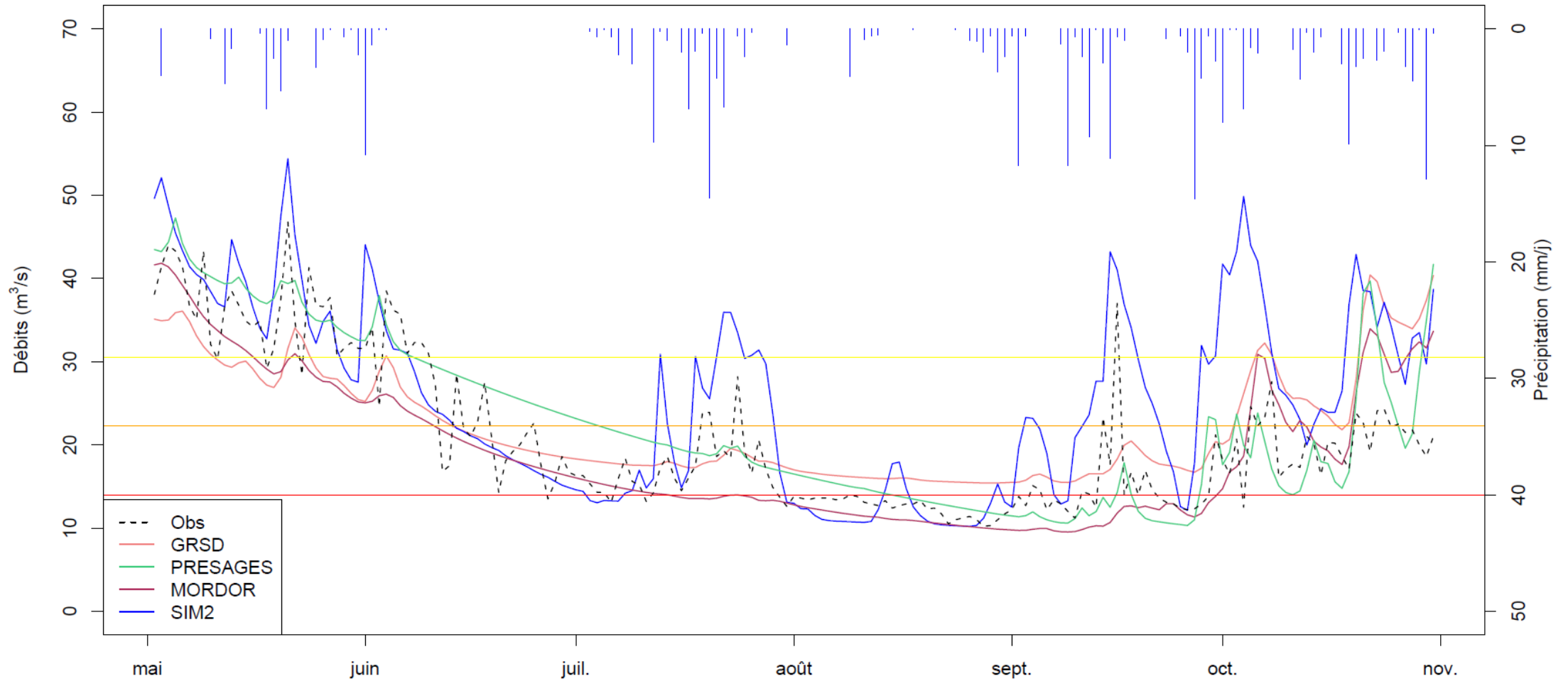


A bases physiques
Distribué
(grille régulière)



➤ Focus sur la sécheresse de 1976

Sécheresse de 1976 pour La Meuse à Chooz [Trou du Diable]



➤ Régimes futurs

RCP 8.5, Horizon 2071-2100

Régimes futurs à Chooz (frontière belge)

Large augmentation des débits
durant la période de forts débits

Large incertitude sur l'évolution
des étiages

Autres stations :

Augmentation des crues en aval

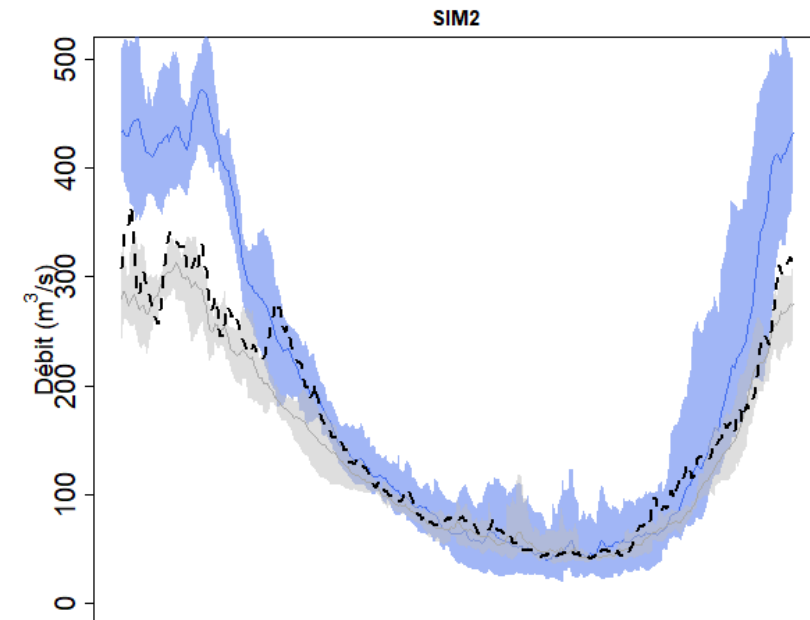
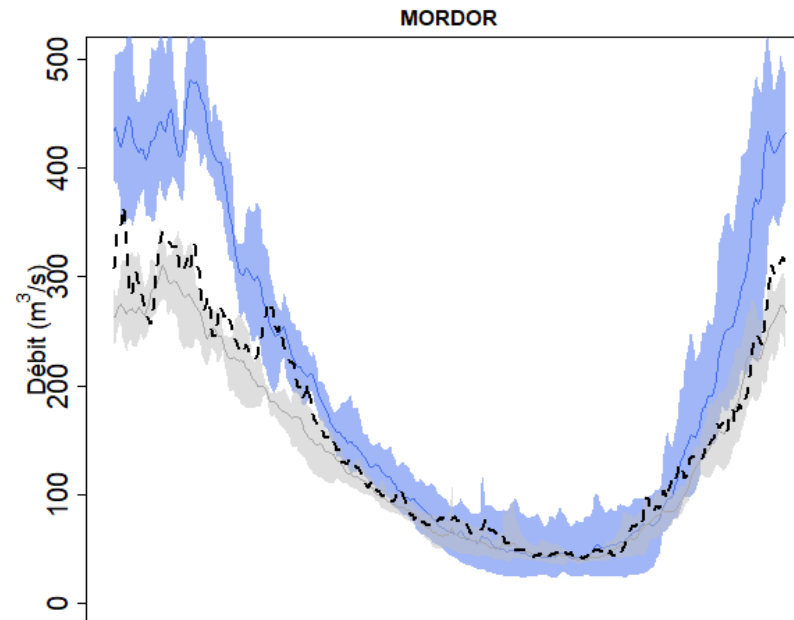
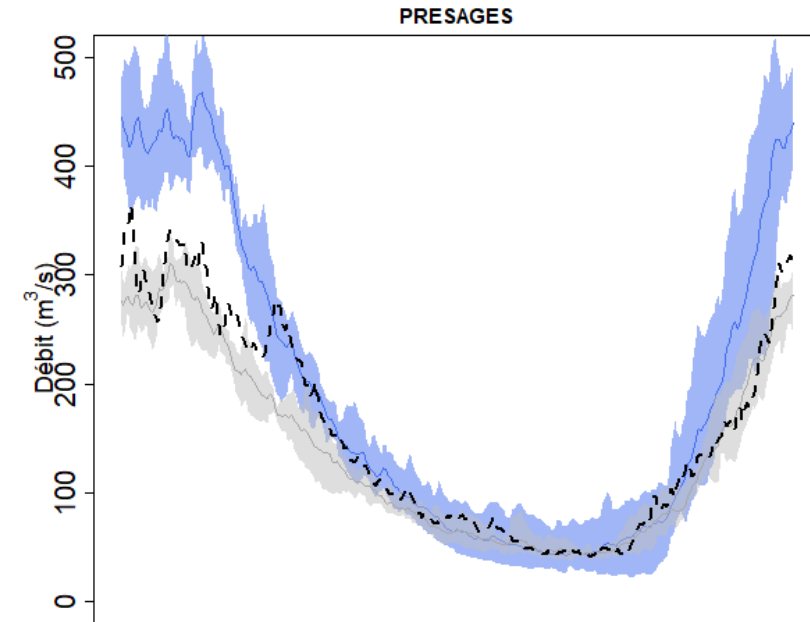
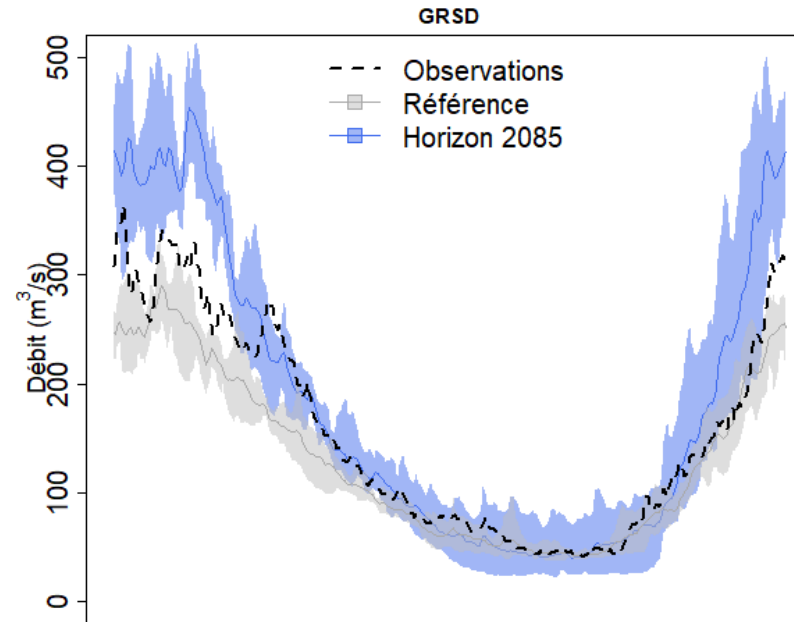
Intensification des étiages en
amont

INRAE

Modélisation hydrologique et impacts du changement clim

16 novembre 2021 / Séminaire CNRM / Thirel Guillaume

RCP 8.5



➤ Hiérarchie des incertitudes pour les bas débits

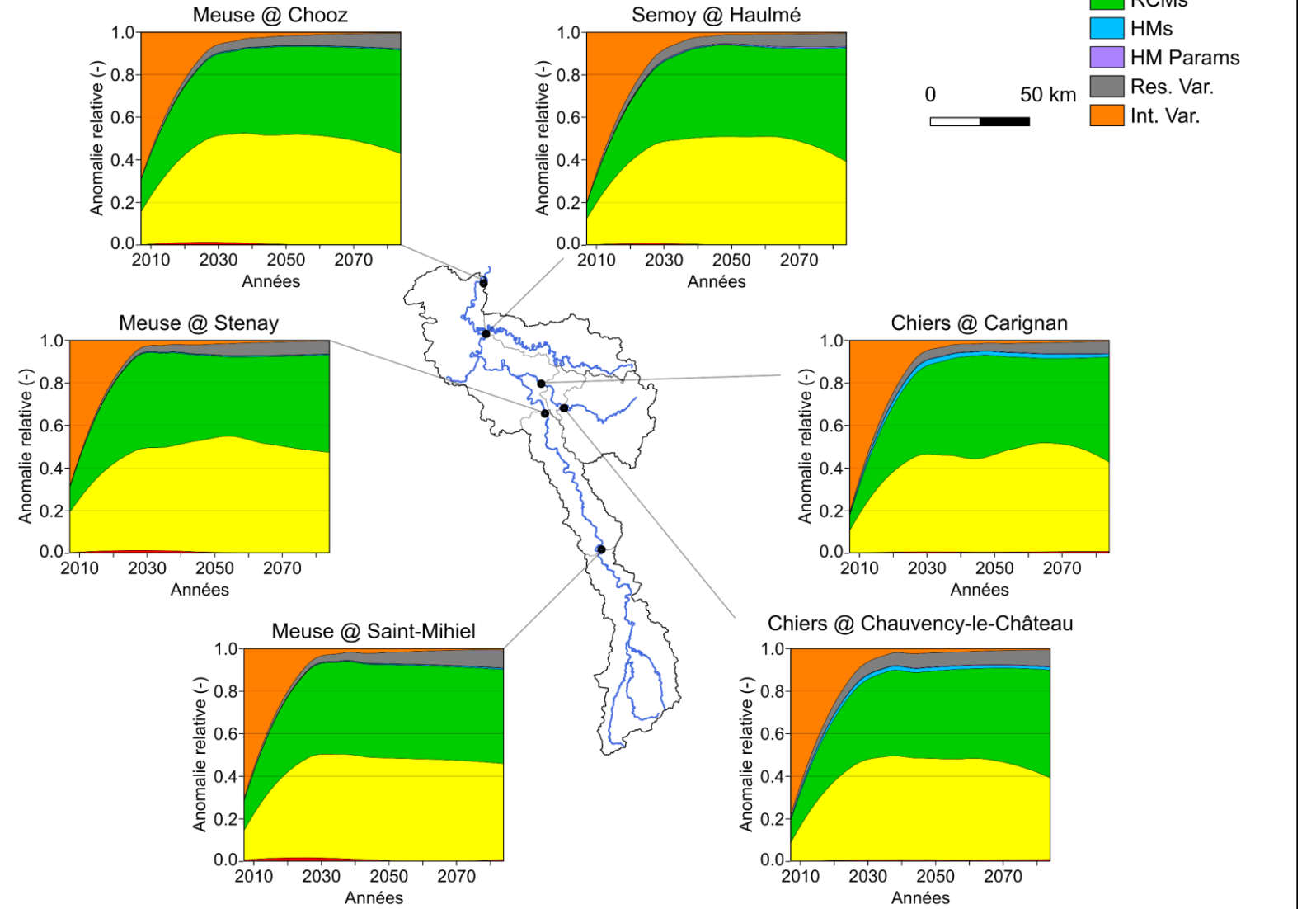
Indicateur = VCN3

La variabilité interne domine pour le futur proche

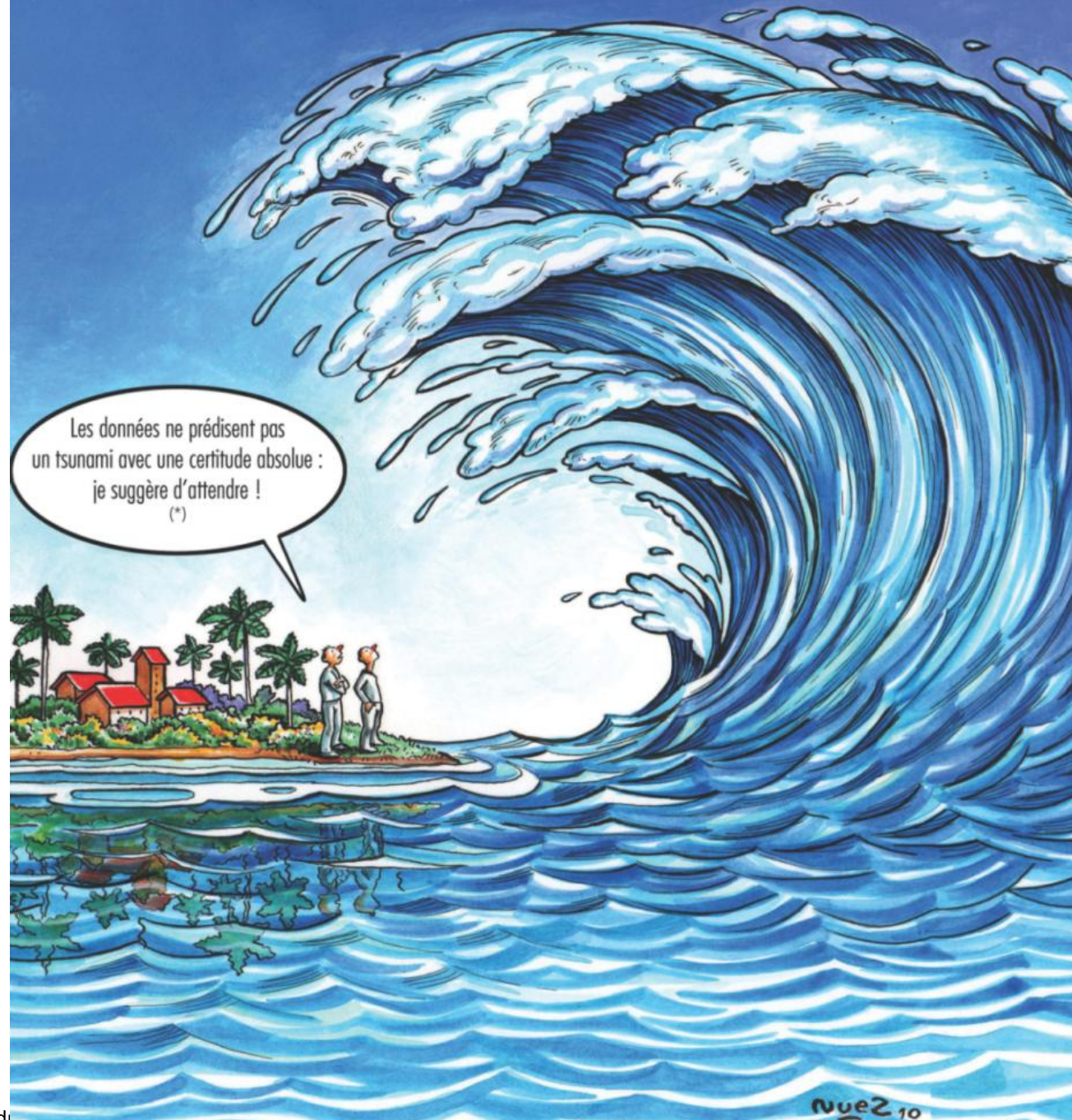
GCMs et RCMs dominent ensuite

Les autres sources restent limitées

Hiérarchisation d'incertitude : étiages



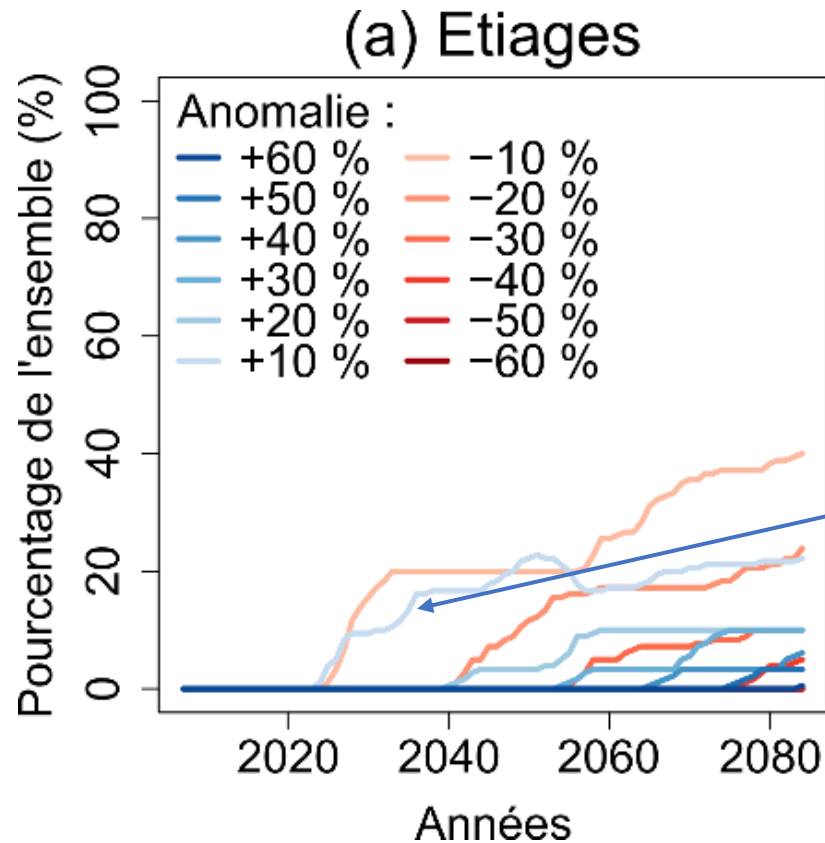
➤ Les incertitudes
n'empêchent
pas d'agir !



Source : Union of
Concerned Scientists

➤ Probabilités des différentes tendances

Les gestionnaires se demandent : « Quelle est la probabilité que l'indicateur change de X % sous changement climatique ? » et « A quelle échéance la tendance va-t-elle émerger ? »



Pourcentage de toutes les simulations indiquant une tendance d'au moins +10% des bas débits (VCN3)

Rapport final du projet dispo sur :

<https://webgr.inrae.fr/projets/projets-acheves/chimere-21/>





Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

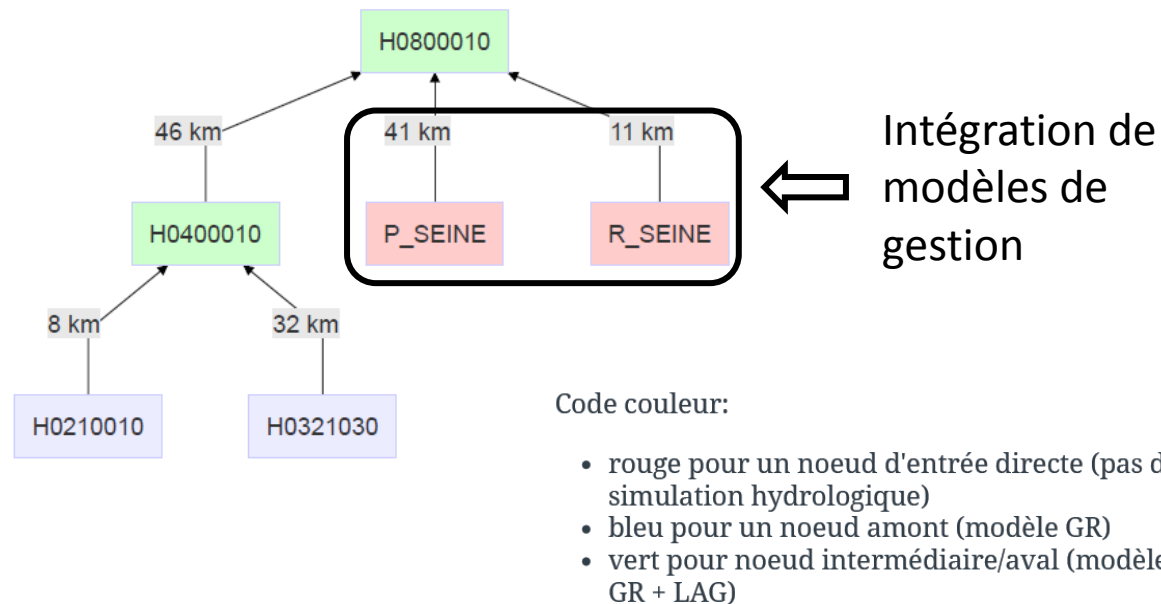
> airGRiwrM

Une extension d'airGR pour la gestion intégrée des ressources



Package implémenté par D. Dorchies, UMR G-EAU, INRAE

<http://airgriwrM.g-eau.fr/>



id	down	length	model	area
H0800010	NA	NA	RunModel_GR4J	3499.50
H0400010	H0800010	45.81	RunModel_GR4J	2340.37
H0210010	H0400010	7.86	RunModel_GR4J	1462.66
H0321030	H0400010	32.34	RunModel_GR4J	548.93
P_SEINE	H0800010	41.00	NA	NA
R_SEINE	H0800010	11.00	NA	NA

➤ Stratégies d'adaptation au changement climatique

Thèses de Thibault Lemaitre-Basset et Myriam Soutif—Bellenger + collab. D. Dorchies

- Objectifs :

- Implémenter des modèles d'usage de l'eau (irrigation, canaux, alimentation en eau potable, énergie, lacs-réservoirs...)
- Mettre en place de la modélisation intégrée (i.e. le prélèvement n'est réalisé que si certaines règles sont respectées, et le débit simulé est impacté par le prélèvement)
- Tester des stratégies d'adaptation au changement climatique



➤ Stratégies d'adaptation au changement climatique

Contenu des thèses

- **Thèse de Myriam Soutif-Bellenger** (2020-2023, encadrant principal) sur le volet agricole :
 - Analyse de modélisations agronomiques contrastées (CropWat et MAELIA)
 - Cas d'étude : Aveyron aval et Seille
 - A venir : couplage agro-hydro, étude de la vulnérabilité des ressources en eau pour l'agriculture, étude de stratégies d'adaptation
- **Thèse de Thibault Lemaitre-Basset** (2019-2022, co-encadrant principal avec Ludovic Oudin, Sorbonne Université) sur les volets domestique et industriel :
 - Cas d'étude : Moselle
 - A venir : couplage, étude de la vulnérabilité des ressources en eau, étude de stratégies d'adaptation





Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

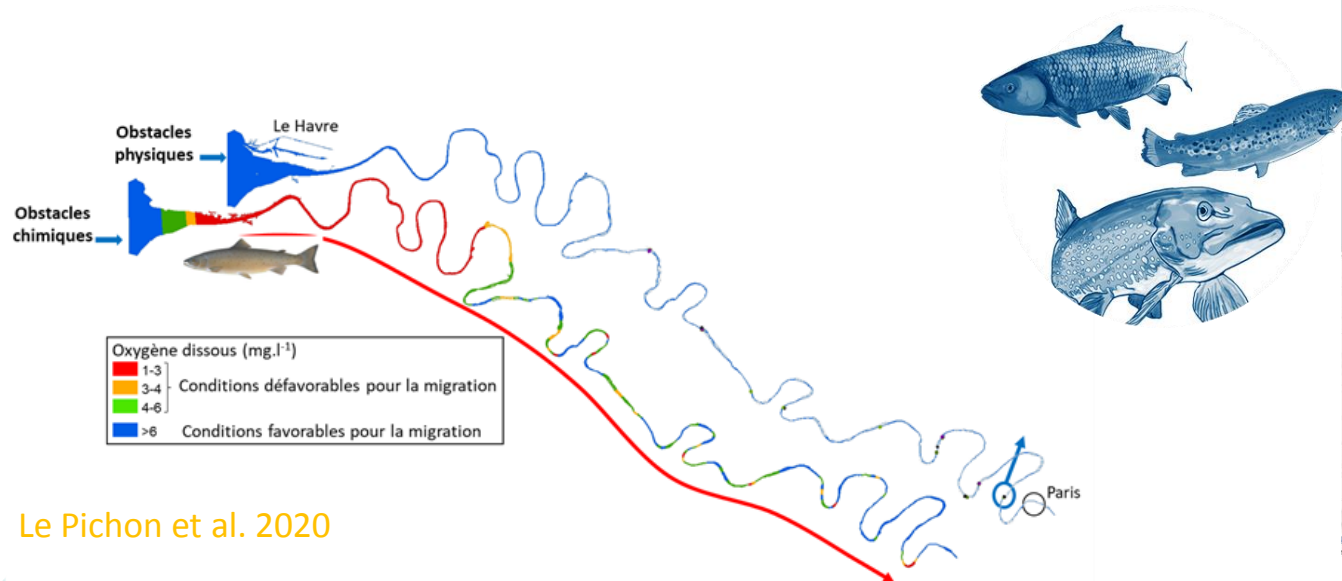
Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

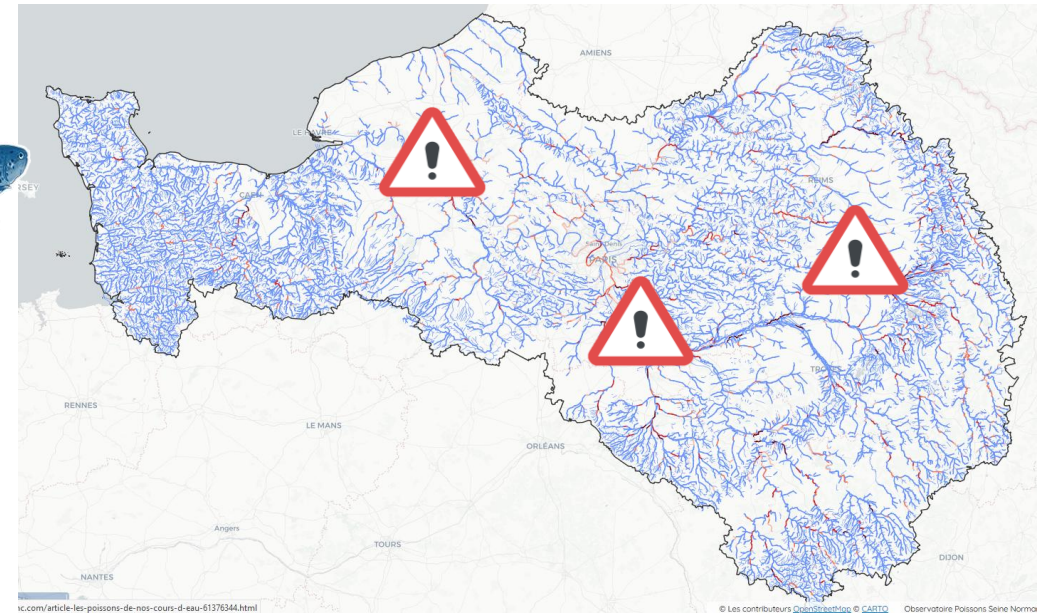
Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ Thèses co-encadrées

- **Alexis Jeantet** (2019-2022, INRAE Antony, encadrement principal Julien Tournebize).
Durabilité du drainage agricole sous contrainte de changement climatique
- **Swann Félin** (2021-2024, INRAE Antony, encadrement principal Aliénor Jéliazkov).
Seinarios : Scénarios de biodiversité dans le bassin de la Seine face aux changements globaux sous contraintes de connectivités



Le Pichon et al. 2020





Mon parcours

Activités de recherche de l'UR HYCAR et de l'équipe HYDRO

Les modèles hydrologiques GR

Mes travaux de recherche

- Des outils libres
- De la robustesse des modèles hydrologiques
- Une étude d'impact du changement climatique récemment achevée
- L'intégration des usages de l'eau : vers des stratégies d'adaptation au changement climatique
- Vers l'étude des impacts écologiques des évolutions futures de débits

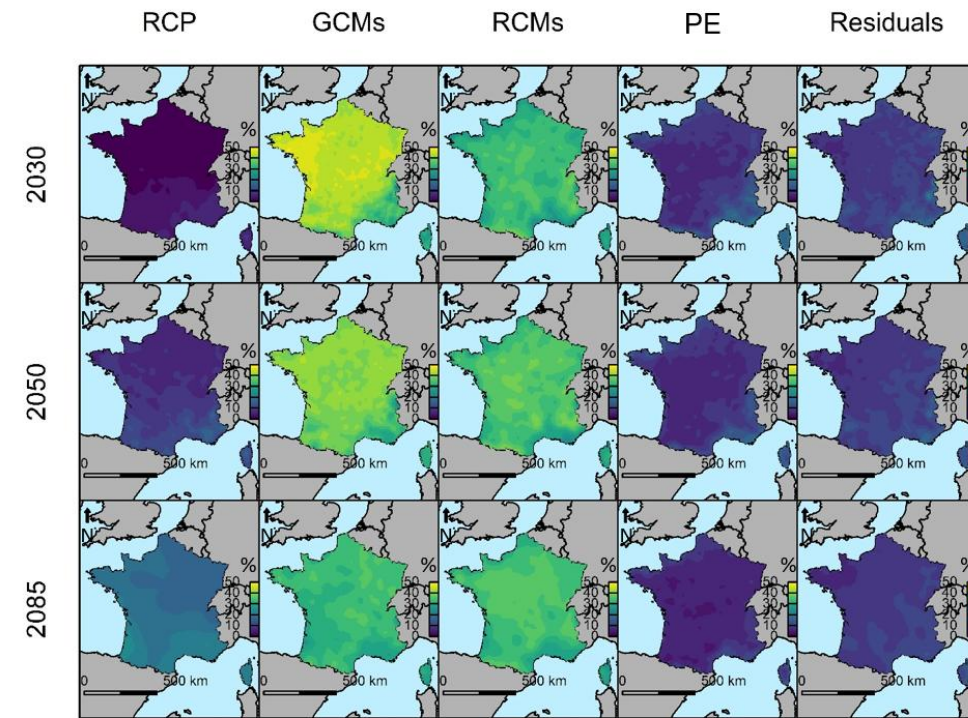
Les possibilités d'interactions dans le cadre de cet accueil au CNRM

➤ Les collaborations en cours

Projet Explore 2 : projet financé par le MTES et piloté par Eric Sauquet (INRAE Lyon)

- Sujet : Etude de l'impact du changement climatique sur l'hydrologie en France
- Partenaires : INRAE, CNRM (Simon Munier), DCSC (Fabienne Rousset), BRGM, EDF, LSCE, Sorbonne Université...
- Données climatiques : Euro-Cordex CMIP5 (Adamont et CDFT)
- Mon rôle :
 - Mise en place de la modélisation GRSD à l'échelle de la France
 - Expertise protocole d'évaluation des modélisations
 - Travaux sur l'évapotranspiration potentielle
 - Expertise sur les incertitudes et l'évaluation des projections hydrologiques
 - Echanges avec DCSC sur les projections climatiques (sous-sélection) suite à CHIMERE 21

*Incertitudes sur l'évapotranspiration potentielle ;
Lemaître-Basset et al., HESSD*



➤ Les collaborations en cours

Projet CIPRHES : projet ANR piloté par Charles Perrin

- Sujet : Chaîne Intégrée pour la Prévision Hydrométéorologique des Étiages et des Sécheresses
- Partenaires : INRAE, BRGM, Université de Lorraine, CNRM (Simon Munier), DCSC, EDF DTG
- Mon rôle :
 - Modélisation multi-modèle
 - Assimilation de données



➤ Les collaborations en cours

Thèse de Nils Poncet : encadré par Philippe Lucas-Picher (accueil MOPGA au CNRM) et Yves Trambly (IRD)

- Sujet : Apport des modèles climatiques à haute résolution sur la modélisation hydrologique des crues
- Mon apport :
 - Fourniture de données
 - Expertise modélisation hydrologique
 - Conseils et support sur l'utilisation envisagée d'airGR



➤ Pistes de collaborations additionnelles

A titre indicatif et à affiner au cours de l'accueil

Participation à la vie scientifique du CNRM (réunions, séminaires, etc.)

Organisation d'un séminaire scientifique CNRM / HYCAR

Idées à explorer (?) :

- Utilisation de données MESCOAN dans GR(SD) pour voir l'apport comparé à SAFRAN
- Base de données de lacs, échanges sur les réservoirs
- Utilisation de produits satellitaires dans GR

INRAE

➤ Merci !

