



Thèse de doctorat de l'Université Grenoble Alpes, spécialité : Océan, Atmosphère, Hydrologie

Vers une réanalyse hydrométéorologique à l'échelle de la France sur les 150 dernières années par assimilation de données dans des reconstructions ensemblistes

Présentée par
Alexandre Devers

Soutenance publique le mercredi 18 décembre 2019 à 14h
Centre Irstea Lyon Villeurbanne – 5 rue de la Doua, 69100 Villeurbanne – Salle Rhône

Devant le jury composé de :

Mme Florence Habets	CNRS (ENS UMR 8538)	Rapporteuse
M. Hugues Goosse	Université Catholique de Louvain (ELIC)	Rapporteur
M. Nicolas Massei	Université de Rouen (UMR 6143 MDC)	Examineur
M. Pierre Brigode	Université de Nice Sophia Antipolis (UMR Géoazur)	Examineur
M. Eric Blayo	Université Grenoble Alpes (LJK) et Inria	Examineur
M. Jean-Philippe Vidal	Irstea (UR RiverLy)	Directeur de thèse
Mlle Claire Lauvernet	Irstea (UR RiverLy)	Co-encadrante de thèse
M. Olivier Vannier	CNR (DIGP)	Co-encadrant de thèse



Résumé

Le climat et l'hydrologie sont deux éléments qui impactent fortement nos sociétés, et l'adaptation au changement climatique en cours passe par une meilleure connaissance de l'évolution passée des différentes variables hydrométéorologiques. En France, la faible densité d'observations météorologiques et hydrométriques avant les années 1970 ne permet pas d'avoir une vision de leurs évolutions sur le long-terme. Pour pallier cette lacune, différentes chaînes de modélisation ont récemment été développées pour créer des reconstructions hydrométéorologiques indépendantes des observations historiques disponibles. La thèse proposée vise à combiner ces deux sources d'information – observations et reconstructions – et leurs incertitudes respectives au travers de méthodes d'assimilation de données, et cela afin de mieux appréhender l'évolution du climat et de l'hydrologie sur la totalité du XX^e siècle en France.

Cette thèse s'appuie sur les reconstructions climatiques ensemblistes SCOPE Climate, produits d'une descente d'échelle par analogie de la réanalyse globale 20CR et couvrant la période 1871-2012. Ces reconstructions sont utilisées comme ébauche pour assimiler des observations de précipitations et de température à l'aide d'un filtre de Kalman d'ensemble. La méthode est appliquée dans un contexte *offline* permettant de tirer parti des différentes sources d'information à un moindre coût. L'assimilation est réalisée aux pas de temps journalier et annuel pour capturer les variations journalières à multi-décennales. L'application de la méthode sur la période 1871-2012 a permis d'obtenir FYRE Climate (French hYdrometeorological Reanalysis Climate), une réanalyse météorologique journalière composée de 25 membres sur une grille de 8 km couvrant l'ensemble de la France.

Cette nouvelle réanalyse climatique est ensuite utilisée en entrée d'un modèle hydrologique conceptuel pour reconstruire des chroniques hydrologiques ensemblistes depuis 1871 sur 661 bassins versants faiblement anthropisés. Les quelques observations de débit disponibles sur le XX^e siècle ont également permis de contraindre les reconstructions hydrologiques produites précédemment, à l'aide d'un filtre de Kalman d'ensemble déterministe *offline*. Cette démarche a permis de créer la réanalyse hydrologique journalière FYRE Hydro, composée également de 25 membres et disponible sur 661 bassins versants français.

L'application de filtre de Kalman d'ensemble à l'échelle locale, au pas de temps journalier et sur des variables non-gaussiennes – tels que les précipitations et les débits – est particulièrement innovante dans le cadre d'une réanalyse hydroclimatique long-terme. Elle a nécessité de mettre en place des méthodes d'anamorphose, de localisation anisotrope, et de définir de façon pertinente les erreurs sur les observations, sur les ébauches climatiques et hydrologiques, mais aussi celles liées à la modélisation hydrologique. Au-delà de la réduction d'incertitude induite par l'intégration d'informations supplémentaires, les cycles multi-décennaux sont bien reproduits dans les réanalyses FYRE Climate et FYRE Hydro. Ces deux réanalyses permettent également d'analyser des événements extrêmes locaux sur le XX^e siècle, car elles intègrent de l'information à l'échelle locale à travers les observations météorologiques et hydrométriques. Ainsi, cette thèse a permis de créer plusieurs jeux de données ensemblistes – les réanalyses FYRE Climate et FYRE Hydro, mais aussi des reconstructions hydrologiques – qui sont adaptées à l'étude des variations du climat et de l'hydrologie sur la période 1871-2012.