



Support OpenPALM 2018-2019
au projet AquifR

TR-CMGC-19-124

Thierry Morel

Août 2019

Table des matières

1	Introduction.....	3
2	Passage à la version OpenPALM 4.2.4 puis 4.3.0.....	3
3	Passage systématique en mode MPI-1 d'OpenPALM	3
4	Travaux préparatoires pour l'implémentation du modèle HS1D.....	5
5	Implémentation du Modèle HS1D dans la plateforme AquifR.....	5
6	Valorisation scientifique.....	6
7	Conclusion	6

1 Introduction

Ce document présente les travaux réalisés par le Cerfac dans le cadre de la convention de collaboration entre Sorbonne Université et le Cerfac, projet AQUI-FR2, Réf SU : C18/1680 qui aide à l'avancement des résultats de la recherche du projet AQUI-FR – Phase 2. La contribution du Cerfac dans le projet AQUI-FR a consisté à aider au déploiement des modèles et applications hydrogéologiques dans une structure OpenPALM et à son utilisation efficiente sur le supercalculateur de Météo-France.

2 Passage à la version OpenPALM 4.2.4 puis 4.3.0

AQUI-FR a été développé avec la version 4.2.1 d'OpenPALM datant d'avril 2016. Cette version ne supportait pas le langage Python3 pour les unités PALM, devenu nécessaire pour l'implémentation du modèle HS1D développé par l'université de Rennes et qui doit être intégré à la plateforme. Bien que les versions d'OpenPALM soient compatibles vers le haut, les applications doivent être testées lors de la mise à jour d'une nouvelle version d'OpenPALM. Le passage de la version 4.2.1 à la version 4.2.4 a en effet révélé un bug aléatoire se produisant dans le modèle EauDysse où il manquait une synchronisation forte entre les différentes instances du modèle. Le fichier source `bilhy_from_palm.F90` a dû être corrigé pour ne faire l'initialisation de la taille de l'espace « `size_periode` » que sur la première instance d'EauDysse avec ensuite une barrière MPI sur le communicateur `MPI_COMM_EXEC` fournit par PALM. Une fois cette modification effectuée, l'application est devenue stable. Le passage de la version 4.2.4 à la version 4.3.0 d'OpenPALM datant de mai 2019 a également été testé avec succès.

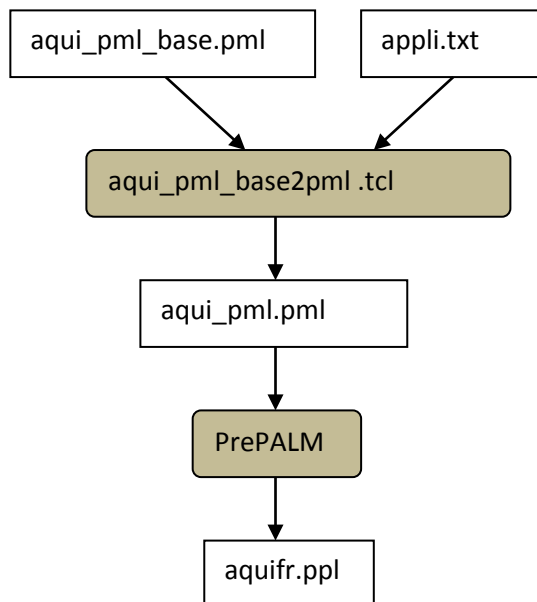
3 Passage systématique en mode MPI-1 d'OpenPALM

Initialement, la plateforme AQUIFR a été développée en mode MPI-2 d'OpenPALM, les modèles sont lancés dynamiquement par PALM via la commande `MPI_COMM_SPAWN` de la norme MPI-2. Cette fonctionnalité bien supportée sur les stations de travail avec des implémentations MPI comme MPICH ou OpenMPI n'est pas toujours supportée correctement sur les supers calculateurs comme celui de Météo-France. Le mode MPI-2 d'OpenPALM peut souffrir en outre de problèmes de performances lorsque les applications sont déployées sur plusieurs nœuds d'une machine parallèle, ce qui n'est pas encore le cas de l'application AQUIFR mais qui pourra arriver par la suite lorsque l'ensemble de la France sera couvert par tous les modèles (même si cette dégradation n'est pas due à PALM mais à l'implémentation de MPI).

PALM offre un mode de fonctionnement où tous les modèles sont lancés dès le début de la simulation (sans pouvoir être relancés) et terminent tous en même temps. L'application AQUIFR se prête bien à ce mode de fonctionnement car l'algorithme de couplage n'offre pas d'aspect dynamique. Déjà exploité sur le calculateur Beaufix de Météo-France, le mode MPI-1 ne pouvait pas être généralisé car il présentait l'inconvénient d'être obligé d'activer au moins une instance de chaque modèle pour une simulation. Rappelons que AQUIFR est constitué de plusieurs modèles numérique hydro-géologiques qui chacun peut traiter en parallèle plusieurs bassins versants. L'utilisateur veut avoir le choix d'activer ou non tel ou tel bassin pour sa simulation. Le choix se fait

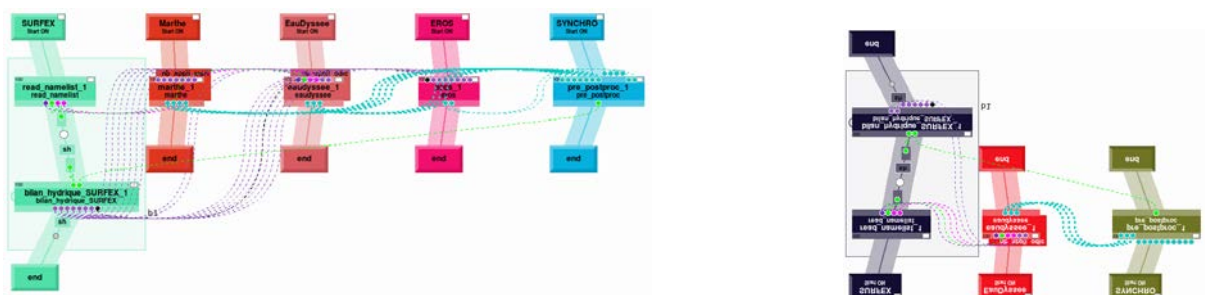
au lancement via le fichier appli.txt contenant le nom des différents modèles et des bassins à activer pour une simulation donnée.

A partir des informations contenues dans le fichier appli.txt, nous avons développé un script en tcl/tk qui permet de créer à la volée un fichier PrePALM ne contenant que les modèles sélectionnés dans ce fichier, cet outil se base sur le mode commande (fichier .pml) de PrePALM.



Le programme `aqui_pml_base2pml.tcl` prend en entrée le fichier `aqui_pml_base.pml` et le fichier `appli.txt`, selon que les modèles sont activés ou non dans `appli.txt`, les branches de calcul PALM décrites dans le fichier de base sont recopiées ou non dans le fichier `aqui_pml.pml`. Ce dernier fichier est traité par PrePALM pour créer le fichier `aquifr.ppl`. Le fichier `aqui_pml_base.pml` initial, qui contient tous les modèles a été construit à partir du fichier `aquifr_base.ppl` du répertoire Palm sous `aqui-fr` en activant la fonctionnalité `Utilities->generate .pml file` de l'interface graphique `Prepalm`.

Le programme `aqui_pml_base2pml.tcl` est lancé depuis le script `palm_compilation.ksh` lui-même activé par le script `prep_aquifr.ksh` lancé par `main.ksh`.



Exemple : à gauche tous les modèles sont activés, à droite seul le modèle EauDysee est activé.

Dans tous les cas les branches SURFEX et SYNCHRO sont conservées, seules les branches dont aucune des applications ne sont choisies dans `appli.txt` disparaissent. Des explications plus détaillées sont données en commentaire dans les fichiers `aqui_pml_base.pml` et `aqui_pml_base2pml.tcl`.

Avec cette modification AQUI-FR peut fonctionner en mode MPI-1 d'OpenPALM sur toutes les machines, on abandonne donc le mode MPI-2 pour simplifier la maintenance.

4 Travaux préparatoires pour l'implémentation du modèle HS1D

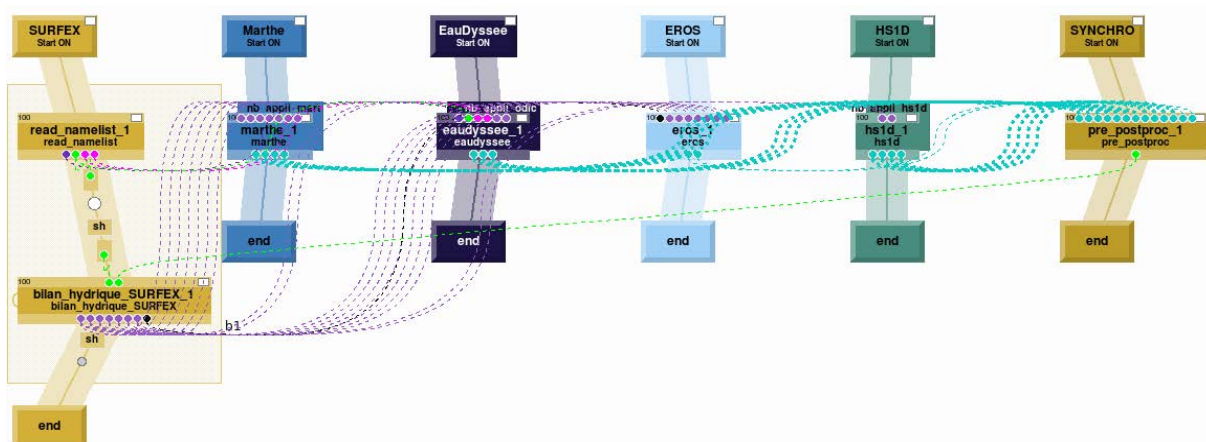
La plateforme AQUI-FR étant destinée à accueillir le modèle HS1D développé en langage Python3 il a été nécessaire de vérifier au préalable la faisabilité de cette intégration, vu que jusque-là tous les scripts Python de la plateforme ont été développés en python2.7.

Ces travaux ont été menés en novembre 2018 sur le calculateur beaufix de Météo-France et sur station de travail au Cerfacs. La plateforme AQUI-FR contient des scripts python pour le lancement et certaines opérations de post traitement. Seuls les scripts Python activés au lancement de l'application PALM ont été portés en python3. Une configuration réglant les problèmes rencontrés lors du portage (activation des modules, OpenPALM, mpi4py, pyshp, pandas, pre-postpro.py, etc) a été fournie à Météo-France. OpenPALM est compatible Python 2 et 3 depuis la version 4.2.4.

Une version du modèle HS1D non aboutie, mais permettant d'anticiper les problèmes pour son intégration dans AQUI-FR a été fournie en février 2019 par l'université de Rennes. Le lancement de ce modèle seul sous OpenPALM a été testé. Ceci a permis de régler les problèmes de portage sur beaufix et station de travail avec l'installation des packages Python3 nécessaires à ce modèle. Une configuration de la plateforme AQUI-FR avec une instance de ce modèle HS1D a également été testée, la configuration logicielle nécessaire sur beaufix a été remontée à Météo-France.

5 Implémentation du Modèle HS1D dans la plateforme AQUI-FR

Ces travaux ont été menés avec Simon Munier de Météo-France et Quentin Courtois de l'université de Rennes. Le Cerfacs a développé la partie relative à OpenPALM pour faciliter l'intégration, les fichiers appli.txt, aqui_plm_base.pml, aqui_plm_base2pml.tcl ont été modifiés pour l'implémentation de HS1D, un script Python3 contenant tous les PALM_Put/Get nécessaires (tels que la récupération des forçages SURFEX) a également été fournis. L'intégration suit le même mode de fonctionnement que les autres modèles avec la possibilité de lancer en parallèle plusieurs instances du modèle HS1D.



PrePALM avec toutes les branches modèles activées dans appli.txt, dont HS1D

6 Valorisation scientifique

L'article scientifique "Influence of multidecadal hydroclimate variations on hydrological extremes: the case of the Seine basin" a été soumis le 19 juin 2019 au journal Hydrology and Earth System Sciences (<https://www.hydrology-and-earth-system-sciences.net/>). Les Auteurs de cet article sont Rémy Bonnet et Julien Boé - CECI, Université de Toulouse, CNRS, Cerfacs, Toulouse, France, - et Florence Habets - UMR 8538, Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure, CNRS, IPSL & UMR 7619 METIS, Sorbonne Université – Faculté des Sciences, CNRS –

Le résumé de cet article est donné ci-après :

Abstract. The multidecadal hydroclimate variations of the Seine basin since the 1850s are investigated. Given the scarcity of long term observations of hydrological variables, a hydrometeorological reconstruction is developed based on a method that combines the results of a downscaled long-term atmospheric reanalysis and local observations of precipitation and temperature. This method improves the representation of daily flows as well as at longer time steps. This reconstruction provide therefore an interesting tool to study the multidecadal hydroclimate variability of the Seine basin, as well as its possible influence on extreme hydrological events. Based on this reconstruction, it is shown that the Seine river flows, groundwater and soil moisture, have been influenced by multidecadal variations from the 1850s. Spring precipitations play a central role by directly influencing the multidecadal variability of spring flows, but also soil moisture and groundwater recharge, which then modulate summer river flows. Groundwater controls a large part of the multidecadal variations in river flows, particularly in summer and fall. These hydroclimate variations seem to influence extreme hydrological events. The positive multidecadal phases indeed appear to be more conducive to flooding, with twice as many flood days as in the negative phases while the negative multidecadal phases seems to influenced the droughts intensity. These hydroclimate variations over the Seine basin are driven by anomalies in large scale atmospheric circulations, which themselves appear to be influenced by sea surface temperature anomalies over of the North Atlantic Ocean and the North Pacific Ocean.

7 Conclusion

Les travaux réalisés par le Cerfacs ont permis d'améliorer la plateforme AquifR : passage à la version OpenPALM 4.3.0 compatible python3, utilisation systématique du mode MPI-1, intégration du modèle HS1D. Ces travaux ont été réalisés en étroite collaboration avec les autres membres du projet AquifR, ils sont remontés dans la version de référence de la plateforme. La convention de collaboration a également permis de prolonger en CDD Rémy Bonnet pour écrire un article de valorisation scientifique avec des simulations issues de la plateforme AquifR.