

Rapport final sur le
développement du coupleur OASIS4
dans le cadre du projet ANR CICLE
- juillet 2009

S. Valcke
L. Coquart

Rapport technique CERFACS
TR/CMGC/09/102

Rapport final et semestriel d'activité -partenaire Programme CIGC - Edition 2005

Identification

Acronyme du projet	CICLE
Numéro d'identification de l'acte attributif	ANR-05-CIGC-004-02
Coordonnateur (société/organisme)	IPSL
Partenaire (société/organisme)	CERFACS
Période couverte (date à date)	01/07/2008 à 31/12/2008
Période couverte (t0+n mois à t0+m mois)	T0+36 mois à t0+42 mois
Rédacteur (nom, téléphone, email)	Sophie Valcke 05.61.19.30.76 valcke@cerfacs.fr
Date	24/07/2009

Synthèse du projet

Conformité des résultats obtenus aux prévisions (1)	Conformité de la consommation des ressources par rapport aux prévisions (2)	Difficultés particulières (3)
Conformes (voir la section <u>Conformité de l'avancement aux prévisions</u>)	Conformes aux prévisions	

1. Rapport sur les fonctionnalités à intégrer à OASIS (livrable 4.1)

Ce livrable a bien été rédigé et livré au mois 12 tel que prévu.

2. Développement du coupleur OASIS4 et d'un banc d'essai (livrable 4.2)

2.1 Bancs d'essai

Trois environnements de travail ont été réalisés pour tester en pratique les fonctions du coupleur OASIS4 : deux modèles couplés « jouets », l'un du modèle couplé IPSLCM4 v3 (livrable 2.2), l'autre du modèle couplé ALADIN-Climat/Méditerranée/ARPEGE-Climat/Océan global du CNRM-GAME (livrable 3.3), ainsi qu'un environnement pour tester « off-line » la qualité des interpolations avec OASIS4 (voir le rapport à t0+18).

2.2 Fonctionnalités d' OASIS4

Les fonctions identifiées dans le « Rapport sur les fonctionnalités à intégrer au coupleur OASIS » (livrable 4.1) ont été implémentées et validées dans le coupleur OASIS4. Toutes les validations ont été effectuées avec le banc d'essai réalisé pour évaluer en pratique les fonctions d'OASIS4 (voir 2.1 ci-dessus). Pour plus de détails sur son fonctionnement et sur le calcul de l'erreur, voir la section 3 de notre rapport à t0+18 mois.

Tous les résultats en mode monoprocesseur peuvent être visualisés à l'adresse internet

http://www.cerfacs.fr/~coquart/pagecerfacs/projet_cicle/RESULTS_BASSE_RESOLUTION/projet_cicle.html

Tous les résultats en mode parallèle, ainsi que les différences entre les champs obtenus en mode monoprocesseur et en mode parallèle, peuvent être visualisés à l'adresse internet : http://www.cerfacs.fr/~coquart/pagecerfacs/projet_cicle/RESULTS_BASSE_RESOLUTION_PARALLELE3PROCS/projet_cicle.html .

Les sources d'OASIS4 à jour disponibles sous <http://www.cerfacs.fr/prismsvn/branches/development/prism/> contiennent donc les fonctionnalités suivantes :

- Interpolations **monoprocesseurs** de type **bilinéaire**, **bicubique** et **conservatif** pour des grilles « longitude-latitude », « logiquement rectangle » et « gaussienne réduite » ; les derniers problèmes signalés dans le rapport à t0+36 pour l'interpolation conservative vers la grille ORCAT ont été résolus.
- Interpolations **parallèles** de type **bilinéaire**, **bicubique** et **conservatif** pour des grilles « longitude-latitude », « logiquement rectangle » ; les derniers problèmes signalés dans le rapport à t0+36 pour les interpolations bilinéaire et bicubique entre les grilles Aladin et Med1/2 ont été résolus.
- Interpolations **parallèles** de type **bilinéaire**, **bicubique** et **conservatif** pour des grilles de type « gaussienne réduite » (voir le rapport à t0+42 ci-dessous)
- **Nouvel algorithme** pour l'interpolation **bicubique** pour les grilles **Gaussiennes Réduites** (voir le rapport à t0+36)
- Possibilité d'utiliser un fichier de poids et d'adresses prédéterminé par l'utilisateur (voir les rapports à t0+30, à t0+36 et t0+42 ci-dessous).

Notons, comme mentionné dans différents rapports, que la phase de validation des fonctionnalités d'OASIS4 a été plus longue qu'initialement prévu. Mais comme l'assemblage des modèles couplés réels IPSLCM4 v3 et du CNRM-GAME a pu se faire avec les versions intermédiaires d'OASIS4 et d'OASIS3, la validation complète d'OASIS4 a pu s'effectuer en parallèle et n'a donc pas retardé le déroulement du projet.

2.3 Performances d'OASIS4

Nous avons procédé à des mesures du coût et des performances du coupleur OASIS4 (voir le rapport à t0+24). Comme OASIS4 peut être utilisé par n'importe quel modèle dans une multitude de configurations de couplage et matérielles différentes, il est évidemment impossible de qualifier les performances du coupleur de façon absolue. Les mesures qui ont été effectuées sur le NEC-SX8 de Météo-France nous ont quand même permis de conclure que les premières routines d'OASIS4 à optimiser, si cela s'avérait nécessaire, sont celles de lecture des fichiers de configuration XML et que l'on observe un bon comportement du coupleur en parallèle : de façon générale, le temps d'horloge d'une relance du couplé jouet simplifié diminue significativement quand le niveau de parallélisation du PSMILe et du Transformeur augmente. Les tests ont également montré que si le Transformeur n'était pas parallélisé, il agirait comme goulot d'étranglement de la simulation.

3. Développement du coupleur OASIS3

Le développement d'OASIS3 s'est poursuivi régulièrement durant cette période avec en particulier l'incorporation dans la version officielle des modifications apportées par l'IPSL pour pouvoir faire tourner plusieurs exécutables OASIS3 au sein d'un même modèle couplé et obtenir ainsi une pseudo-parallélisation du coupleur sur une base de champ par champ. Ces développements sont inclus dans les sources d'OASIS3 disponibles sous <http://www.cerfacs.fr/prismsvn/trunk/prism/>.

4. Utilisateurs et collaborations

Les coupleurs OASIS3 et OASIS4 sont aujourd'hui utilisés par environ 25 groupes de modélisation à travers le monde : en France et dans d'autres pays Européens, aux Etats-Unis (« International Research Institute for Climate Prediction », « NASA Jet Propulsion Laboratory », etc.), au Canada (Services Météorologiques Canadiens, SMC), au Japon sur le super-calculateur Earth Simulator (« Japan Marine Science and Technology Center), en Chine (« International Center for Climate and Environment Sciences), en Australie (« Bureau of Meteorology Research Center », BMRC, U. de Tasmanie), etc.

Dans le cadre de la PRISM Support Initiative, NEC Laboratories Europe IT Research division (NLE-IT) de Sankt-Augustin en Allemagne a activement participé au développement d'OASIS4 et ce au-delà des financements Européens originaux du projet PRISM. Cette collaboration se poursuit avec le DKRZ, centre de calcul de l'Institut Max-Planck pour la Météorologie de Hambourg, dans le cadre du projet Européen IS-ENES qui vise à développer une infrastructure de recherche distribuée pour la modélisation climatique; IS-ENES apporte une contribution d'environ 90 personnes-mois au développement et au support utilisateurs d'OASIS4.

Une collaboration active avec le CNRS qui consacre un ingénieur d'études à temps plein au développement d'OASIS est également en cours depuis 4 ans.

Une collaboration avec le « Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) » a démarré dans le cadre du projet allemand ScalES pour inclure dans OASIS4 l'interpolation parallèle de champs de couplage donnés sur des maillages non-structurés.

5. Article soumis durant le projet

- R. Redler and S. Valcke, 2009. OASIS4, A Coupling Software for Next Generation Earth System Modelling. Soumis à *Geophysical Model Development Discussions*, 2, 797-843, 2009.

6. Conférence sur invitation durant le projet

- S. Valcke, R. Budich, M. Carter, E. Guilyardi, M.-A. Foujols, M. Lautenschlager, R. Redler, L. Steenman-Clark, N. Wedi, 2006. The PRISM software framework and the OASIS coupler, Proceedings of the eighteenth annual BMRC Modelling Workshop 'The Australian Community Climate and Earth System Simulator (ACCESS) – challenges and opportunities', A.J. Hollis and A.P. Kariko editors, Melbourne, Australia.

7. Communications durant le projet

- L. Coquart, S. Valcke, R. Redler, H. Ritzdorf, 2009. OASIS4: An Efficient Parallel Code Coupler for Earth System Modelling. European Geosciences Union General Assembly 2009, Vienna, Austria.
- S. Valcke, L. Coquart, R. Redler, H. Ritzdorf, O. Marti, A. Caubel, J. Ghattas, S. Planton, S. Somot, M. Lucas, 2007. OASIS4: a code coupler for the climate modelling CICLE project, European Geosciences Union General Assembly 2007, Vienna, Austria.

- J. Ghattas, R. Redler, H. Ritzdorf, S. Valcke, R. Vogelsang, 2006. OASIS: A code coupler for climate modelling. European Geosciences Union General Assembly 2006, Vienna, Austria.

Faits marquants des derniers 6 mois

Indiquer les résultats et/ou réalisations marquants. Préciser s'ils peuvent ou non faire l'objet de communications externes par l'ANR et la Délégation ANR-CI.

Un article de 46 pages sur les fonctionnalités du coupleur OASIS4 a été soumis à la nouvelle revue *Geophysical Model Development Discussion* (R. Redler et S. Valcke, 2009. OASIS4, A Coupling Software for Next Generation Earth System Modelling. Soumis à *GMDD*, 2, 797-843, 2009).

Le coupleur OASIS4 a été présenté sous forme de poster à l'Assemblée Générale de l'EGU (European Geosciences Union) à Vienne en avril (L. Coquart, S. Valcke, R. Redler, H. Ritzdorf, 2009. OASIS4: An Efficient Parallel Code Coupler for Earth System Modelling. General Assembly 2009, Vienna, Austria).

Un atelier réunissant une quarantaine d'utilisateurs OASIS de plusieurs pays dans le monde (France, Allemagne, Royaume-Uni, Italie, Irlande, Pays-Bas, Suède, Japon, Australie) s'est tenu à Toulouse au CERFACS les 25 et 26 mai derniers, et a permis de échanges riches en expertise entre les participants et les développeurs du coupleur.

La recherche globale parallèle des voisins pour les interpolations bilinéaire, bicubique et conservative des champs de couplage a été validée dans le coupleur OASIS4 pour les grilles de type « Gaussienne Réduite » (voir ci-dessous).

Ces résultats peuvent faire l'objet de communications externes par l'ANR et la Délégation ANR-CI.

Description des travaux effectués par le partenaire depuis le dernier rapport d'activité

Nous avons, ces 6 derniers mois continué à améliorer et à valider les fonctionnalités du coupleur OASIS4 (livrable 4.2).

L'avancée la plus notable est la validation des interpolations parallèles bilinéaire, bicubique et conservatives pour les grilles de type «Gaussiennes Réduite». Toutes les interpolations de ce type ont été validées et les résultats en mode monoprocésseur et en mode parallèle sont identiques, à une exception près, ceux de l'interpolation bilinéaire de BT42 à ORCAT ; ce problème est actuellement en cours de résolution.

En interaction avec nos collaborateurs allemands, nous avons également validé l'utilisation de sous-domaines disjoints pour un champ de type « gridless » ce qui nous a permis de faire évoluer les routines permettant l'utilisation d'un fichier de poids et d'adresses prédéterminé par l'utilisateur (voir les rapports à t0+30 et t0+36). En effet, avec les sous-domaines, les processeurs sources n'ont plus à échanger de l'information avec les autres processeurs sources pour recréer une partition contigüe du domaine « gridless » avant l'envoi ; chaque processeur source envoie les valeurs de son domaine géographique concerné par l'interpolation définie par l'utilisateur en définissant au besoin des sous-domaines non contigus dans le domaine « gridless ». Tel que détaillé dans le dernier rapport, nous nous proposons maintenant d'incorporer ces étapes directement dans les routines d'interface de la librairie de communication standards.

Finally, the optimization of the treatment of coupling fields « clones » (see the report at t0+24 and t0+36) has been completed. The fields « clones » are no longer automatically sent to the same process of the Transformer in order to be able to reuse the weights and addresses; the distribution of fields is done respecting in priority the load balance between the processes of the Transformer and the reuse of weights and addresses is done only if a process of the Transformer treats then the fields « clones ».

Conformité de l'avancement aux prévisions

The consumption of resources for the hires is in line with the forecasts with the recruitment of an engineer of studies from 1^{er} March to 31 December 2007. The expenses on mission are in line with the forecasts.

The functionalities identified in the OASIS report of month 12 (deliverable 4.1) have all been implemented and validated. The delay of a few months from the official end of the project (corresponding to the effective start date + 36 months) has been, in this context, particularly appreciated mainly to finalize the global parallel search of « neighbors » for the interpolations starting from the reduced Gaussian grid.