

Technologie grille pour la Sécurité Civile et la gestion de crise – Une première application dédiée à la prévision des crues à cinétique rapide

P-A Ayrat, V. Thierion, M. Petitdidier, S. Sauvagnargues-Lesage, D. Weissenbach
pierre-alain.ayrat@mines-ales.fr, Centre de recherche LGEI, Ecole des Mines d'Alès
vincent.thierion@cemagref.fr, Cemagref Grenoble
monique.petitdidier@latmos.ipsl.fr, Université Versailles St-Quentin, CNRS/INSU, LATMOS-IPSL
sophie.sauvagnargues-lesages@mines-ales.fr, Centre de recherche LGEI, Ecole des Mines d'Alès
david.weissenbach@upmc.fr, Institut de Physique du Globe de Paris

Overview:

This paper presents an operational flash flood forecasting platform which has been developed in the framework of the FP6 European Project CYCLOPS. During this project, two Civil Protection use-cases have been developed and ported on the EGEE grid infrastructure. Here is presented the porting of a Flash floods forecasting application, called G-ALHTAÏR, used by the French Grand Delta flood forecasting service (SPCGD) and making use of grid-enabled open standard services (OGC). The operational gain of this research raises new opportunities for the operational hydrological field researches. Indeed, the OGC services layer enables integration of new hydrological models in order to enhance decision-making processes relating to flood forecasting crisis management. In parallel, new core algorithms could be implemented to provide calibration and data assimilation in real-time processes while deeper researches could get benefit of intrinsic grid's parallelism capabilities.

Contexte et travaux de recherche :

La recherche sur les risques naturels à l'Ecole des Mines d'Alès (Centre de recherche LGEI) est centrée sur la mise en place de méthodologies et/ou d'outils dédiés à la gestion opérationnelle des risques et des crises sur les territoires. Les outils de la géomatique constituent un axe majeur pour la mise en place de ces travaux de recherche (Sauvagnargues-Lesage et Ayrat, 2007). Dans ce cadre, les services de la Sécurité Civile sont des interlocuteurs privilégiés et bien souvent les utilisateurs de référence de ces travaux. C'est donc naturellement que la DDSC (Direction de la Défense et de la Sécurité Civile) a engagé un partenariat avec le centre de recherche LGEI pour étudier les potentialités de la technologie grille pour ses besoins. Ce partenariat s'est traduit par le projet européen CYCLOPS (CYber-Infrastructure for Civil protection Operative ProcedureS – Proposal/Contract: 031874) permettant d'étudier conjointement les besoins des Sécurités Civiles italienne, portugaise, grecque et française (Sauvagnargues-Lesage *et al.*, 2007 ; Mazetti *et al.*, 2008).

Les activités de la sécurité civile, en particulier celles relatives à la prévision et à la gestion de crise, impliquent des intervenants nombreux et variés. Durant les dernières années, plusieurs événements de type crues "éclair" aux conséquences humaines dramatiques ont touché le Sud-est de la France (octobre 1992 à Vaison-la-Romaine, l'Aude en novembre 1999, 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard et juin 2010 dans le Var). Ces crues sont provoquées par des précipitations intenses qui induisent, sur des bassins versants compris entre quelques km² et 500 km², des débits considérables (jusqu'à 30 m³/s/km² estimé sur des bassins versants d'une dizaine de km²) et des temps de concentration très rapides généralement compris entre 1h et 8h (Delrieu *et al.*, 2004). Au vue de la cinétique de l'événement, de nouvelles recherches ont été initiées pour une meilleure connaissance du phénomène, la mise en place de modèles de prévision

opérationnels et pour l'amélioration de la gestion de crise relative à ce type de crues (Ayrat *et al.*, 2006 ; Thierion, 2010). Ainsi, l'efficacité des secours et du suivi des événements naturels, tel que les crues "éclair" en rapport aux événements pluvieux cévenols passent respectivement par un partage coordonné et performant de ressources entre les différents services impliqués et par la mise en place de modèles hydrologiques fiables et puissants. L'objectif *in fine* de la plateforme de prévision des crues G-ALHTAÏR est de répondre à ces besoins de puissance et de temps de calcul, de fiabilité, d'interopérabilité et de partage d'informations entre les différents acteurs en situation de crise.

La plateforme G-ALHTAÏR :

La grille de calcul offre des potentialités importantes de calculs à distance et permet la mise en place de faisceaux parallèles de modélisation. L'objectif de G-ALHTAÏR est de proposer une plateforme de prévision des crues « éclair » qui puisse bénéficier de cette puissance de calcul dans un contexte de crise, et donc de proposer des traitements (ici la multiplication des scénarios de pluie) qui n'étaient pas envisageables sur des plateformes installées en « local ».

La modélisation du système d'information du Service de Prévision des Crues « Grand-Delta » (surveille le Rhône et ses affluents de l'amont de Valence à la mer) a permis de dégager la stratégie de modélisation. La plateforme a été implémentée avec des services d'information géographique standardisés par l'OGC – *Open Geospatial Consortium* – (Lecca *et al.*, 2011) tels que les *Web Coverage Service* (WCS – Gestion des informations géographiques), *Web Processing Service* (WPS - Modèles) et *Web Map Service* (WMS – cartographie). La figure suivante fait état de cette stratégie de modélisation. Sur la partie gauche du schéma, le système d'information actuel est présenté, sur la partie droite, l'implémentation de ce système réalisé pour le portage sur la grille.

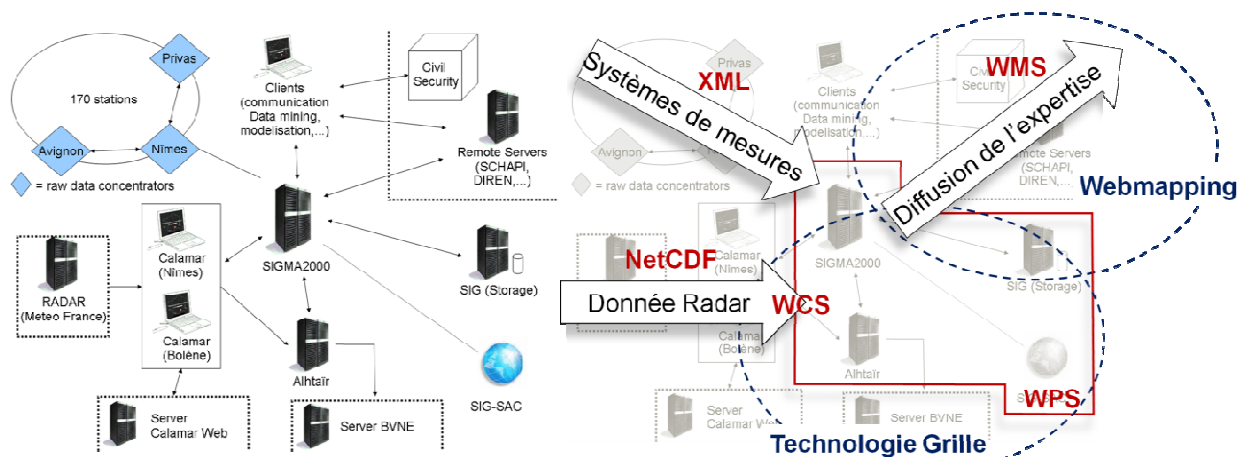


Figure 1 : stratégies de modélisation / Modelling strategies

La plateforme effectue la prévision temps réel « en local » (le temps de calcul pour un bassin versant est inférieur à la minute) et ce sont uniquement les prévisions, effectuées à partir de scénarios de pluie sélectionnés par le prévisionniste, qui sont traitées sur la grille. Il est ainsi possible de configurer des prévisions aux horizons de 1, 2, 3, 4 et 5 heures avec autant de scénarios de pluie que nécessaire. A titre d'exemple, une prévision de 3h avec des variations de + ou - 50 % de la pluie et un pas de variation de 10 % représente pour un bassin versant approximativement 200 minutes de calcul en local.

La figure suivante présente le workflow de G-ALHTAÏR.

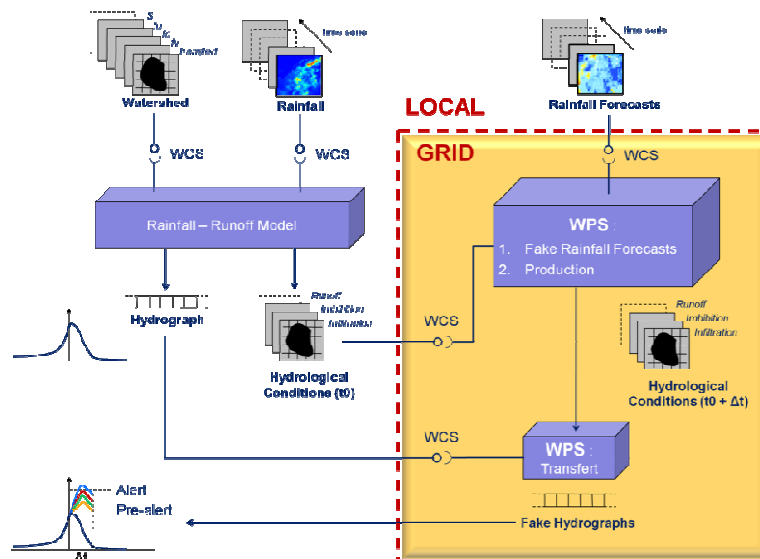


Figure 2 : Synopsis de G-ALHTAÏR / G-ALHTAÏR workflow

Implémentées et testées sur la grille EGEE au travers de la VO ESR (Organisation Virtuelle *Earth Science Research* – <http://www.euEarthScienceGrid.org>), les premiers résultats ont montré la robustesse du système ainsi que son efficacité (Thierion et *al.*, 2011). En effet, sur 105 prévisions envoyées simultanément sur la grille (Jobs), 95 % reviennent traitées dans un délai acceptable par le prévisionniste, correspondant à la moitié de l’horizon de prévision ($\frac{1}{2}$ h pour 1h).

De manière à rendre transparent la grille pour l’utilisateur, et permettre le partage des informations vers les autres acteurs de la crise (Préfecture, Maires, sapeurs-pompiers,...), une plateforme de cartographie en ligne (web-mapping – Cf. Figure 3) a été développée pour assurer le maximum d’opérationnalité notamment en terme de gestion de crise. Cette plateforme web-mapping permettrait notamment au prévisionniste d’assurer :

- ❑ Le transfert des informations vers d’autres acteurs

- ❑ L’intégration globale des données (hauteur d’eau, débit, images radars, pluviographes, etc...)
- ❑ L’archivage, la gestion des événements et l’automatisation des seuils d’alerte
- ❑ Le lancement des prévisions sur la grille



Figure 3 : Interface de G-ALHTAÏR/ G-ALHTAÏR webmapping interface

Conclusion et perspectives :

Les travaux et expérimentations réalisés avec G-ALHTAÏR sur la grille ont montré qu'il était possible d'utiliser cette technologie dans le cadre de la gestion de crise. Il reste toutefois à consolider la plateforme de manière à envisager à court terme une série de tests en situation opérationnelle, idéalement lors de la prochaine période à risque (automne 2011). Ces travaux ouvrent également la voie à de nouveaux horizons en hydrologie opérationnelle. En effet la puissance de calcul offerte par la grille de calcul permet d'envisager l'intégration de nouveaux modules (couplage modèles hydrologiques et hydrauliques, assimilation de données, module de calibration,...), potentiellement nécessaires pour le prévisionniste et traditionnellement non utilisés en gestion de crise car réclamant trop de puissance et de temps de calcul. La plateforme G-ALHTAÏR sera donc amenée à évoluer en intégrant ces nouveaux modules de manière à tendre vers la prévision des inondations (des hauteurs d'eau) et plus seulement des débits.

Remerciements :

Les auteurs tiennent à remercier conjointement les partenaires du projet européen CYCLOPS, les administrateurs de la grille EGEE et plus particulièrement de la VO ESR et les prévisionnistes du SPC-GD. Les auteurs tiennent également à remercier Sophie Nicoud et le nœud régional Montpellier Sud de France Grille - <http://www.msfg.fr/>.

Références :

- Ayral P-A, Sauvagnargues-Lesage S., Bressand F., Gay S.,** (2006), Forecasting flash floods with an operational model: application in the South-East of France (Gard), *Flood risk management in Europe: Innovation in Policy and practice*. *Advances in Natural and Technological hazards research*, vol. 25. Begum S., Stive Marcel JF, James W (Eds), Springer 2006, 335-352 p.
- Delrieu, G., Ducrocq V., Gaume E., Nicol J., Payrastre O., Yates E., Kirstetter P.-E., Andrieu H., Ayral P.-A., Bouvier C., Creutin J.-D., Livet M., Anquetin S., Lang M., Neppel L., Obled C., Parent-du-Chatelet J., Saulnier G.M., Walpersdorf A., Wobrock W.,** (2004), "The catastrophic flash-flood event of 8-9 September 2002 in the Gard region, France: a first case study for the Cévennes-Vivarais Mediterranean Hydrometeorological Observatory", *Journal of Hydrometeorology*, 6, pp.34-52.
- Lecca G., Petitdidier M., Hluchy L., Ivanovic M., Kussul N., Ray N., Thierion V.,** (2011), Grid computing technology for hydrological applications, *Journal of Hydrology*, 403, 186-199.
- Mazzetti P., Nativi S., Esteves A., Sá V., Lebreiro N., Thierion V., Verlatto M.,** (2008), *Research Strategies for the development of a Civil Protection E-Infrastructure*, Report on CYCLOPS (CYber-Infrastructure for Civil protection Operative ProcedureS) Project. CYCLOPS-WP04-D16-IMAA, 67p.
- Sauvagnargues-Lesage S. Ayral P.-A.,** (2007), « Using GIS for emergency management – A case study during the 2002 and 2003 South East flooding in France », *International Journal of Emergency Management*, vol. 4, n°4, pp.682-703.
- Sauvagnargues-Lesage, S., Thierion, V., Ayral, P.-A., Mazzeti, P., Mangione, D. and Nardin, P.,** (2007). *Use-cases Analysis Document*, Report on CYCLOPS (CYber-Infrastructure for Civil protection Operative ProcedureS) Project. CYCLOPSWP03-D9-DDSC: 88 p.
- Thierion V.,** (2010), *Contribution à l'amélioration de l'expertise en situation de crise par l'utilisation de l'informatique distribuée. Application aux crues à cinétique rapide*, Thèse de Doctorat, Ecole des Mines de Paris, 356p. http://www.mines-ales.fr/LGEI/Equipe_Risque/Resume_Thierion.html
- Thierion V., Ayral P.-A., Geisel J., Sauvagnargues-Lesage S., Payrastre O.,** (2011), Grid technology reliability for flash flood forecasting: end-user assessment, *Journal of Grid Computing*, 18p. (On-line)