

Système portable de contrôle d'épreuve hydraulique en centrale nucléaire

« L'application devait être réalisée en moins d'un mois. »

Maxime RENAUD, [MESULOG](#)

décembre 2013

L'objectif :

Développer un système de surveillance autonome et portable capable de fonctionner avec une interface homme-machine complète ou réduite, permettant l'enregistrement de données, ainsi que la gestion d'alarmes et de protections dans un environnement difficile.

La solution :

Utiliser du matériel embarqué NI CompactRIO exécutant une application temps réel basée sur NI VeriStand, ainsi qu'une tablette tactile pour afficher et rapatrier des données mais aussi visualiser les éventuelles alarmes.

AREVA est le leader mondial de l'énergie nucléaire et un acteur majeur dans le domaine des énergies renouvelables. Dans sa volonté de toujours optimiser et fiabiliser les installations nucléaires existantes et futures, AREVA était à la recherche d'un système capable d'optimiser des opérations de maintenance à réaliser sur des éléments présents dans les circuits proches des réacteurs.

Un environnement contraignant

Dans un réacteur nucléaire, plusieurs circuits auxiliaires sont nécessaires à son bon fonctionnement et permettent d'assurer les fonctions fondamentales de sûreté (maîtrise de la réactivité neutronique, évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible, confinement des matières radioactives).

Le système RRA (Refroidissement du Réacteur à l'Arrêt) a pour fonction, lors de la mise à l'arrêt normal du réacteur, d'évacuer la chaleur du circuit primaire et la puissance résiduelle du combustible, puis de maintenir l'eau primaire à basse température tant qu'il y a du combustible dans le cœur. En effet, après l'arrêt de la réaction en chaîne, le cœur du réacteur continue à produire de la chaleur qu'il est nécessaire d'évacuer pour ne pas endommager le combustible. Le circuit RRA sert également aux mouvements de l'eau de la piscine du réacteur après rechargement du combustible.

Lors des interventions de contrôle et de maintenance sur le circuit RRA, on réalise un test d'épreuve hydraulique. Ce test consiste à mettre le circuit sous pression, par injection de liquide, et à réaliser un certain nombre de mesures afin de garantir l'étanchéité de celui-ci. Le système doit également pouvoir être mis en œuvre rapidement, et ce avec une grande fiabilité car l'accès à cette zone est très limité.

Dans ce contexte, AREVA a fait appel à MESULOG, partenaire de National Instruments, et à la société ERIL, spécialiste en conception et réalisation de machines spéciales, pour mettre au point un système complet d'épreuve hydraulique du circuit RRA.

Un système de contrôle/commande portable

L'objectif était de développer un système sous la forme d'un rack portable capable d'assurer les fonctions suivantes :

- mesure de pression et de débit d'injection d'eau pendant l'épreuve hydraulique
- traitement de données en temps réel (corrections altimétriques du capteur de pression, calcul du gradient de pression, gestion d'alarmes)
- génération de signaux tout ou rien (TOR) pour le pilotage d'électrovannes
- affichage des valeurs en cours par le biais de trois afficheurs numériques présents sur le rack pour les valeurs analogiques et de LED pour les signaux numériques
- alerte sonore et visuelle en cas d'apparition d'une alarme et acquittement manuel par l'opérateur ... en complément de différents éléments hydrauliques comme des pompes et une vanne porte capteurs



Figure 1. Rack de contrôle et de surveillance du système d'épreuve hydraulique

Une solution matérielle naturelle

Pour répondre à l'ensemble de ces contraintes, une solution technique basée sur le matériel durci et reconfigurable NI CompactRIO s'est imposée d'elle-même. En effet, ce matériel, combiné à des modules d'E/S de la Série C, a permis de s'interfacer directement avec les différents capteurs et actionneurs qui composent le système dans sa globalité, d'assurer un fonctionnement autonome de l'application, de communiquer avec l'interface homme-machine et d'enregistrer les données localement avant récupération.

Afin de pouvoir accéder aux différents paramètres de l'application, mais également à certains éléments à contrôler, il fallait un moyen simple et portable pour communiquer avec le matériel. Notre choix s'est porté sur l'utilisation d'une tablette tactile sous Windows 7, connectée en Ethernet au matériel, pour gérer l'ensemble de l'interface homme-machine. De cette façon, il est possible pour l'opérateur de contrôler le système mais également de pouvoir visualiser les données en direct à l'aide de différents graphes déroulants.

Raccourcir le temps de développement et simplifier la mise en œuvre

Pour la partie applicative, l'ensemble a été développé avec NI VeriStand. Ce choix a été fait principalement parce que l'application devait être réalisée en moins d'un mois. Or, NI VeriStand permet la mise au point d'applications temps réel très rapidement.

NI VeriStand est, en effet, un outil orienté davantage sur la configuration d'un système que sur la programmation temps réel à proprement parler. De plus, NI VeriStand intègre nativement la gestion des modules de la Série C sur CompactRIO, permet l'enregistrement des données en continu dès la mise sous tension du matériel, facilite la création d'une interface opérateur personnalisée, mais intègre également nativement la gestion d'alarmes, élément essentiel de l'application.

Enfin, les possibilités d'ouverture de NI VeriStand, permettant l'ajout de fonctionnalités personnalisées, nous ont permis de contrôler trois afficheurs numériques RS485 présents sur le rack.

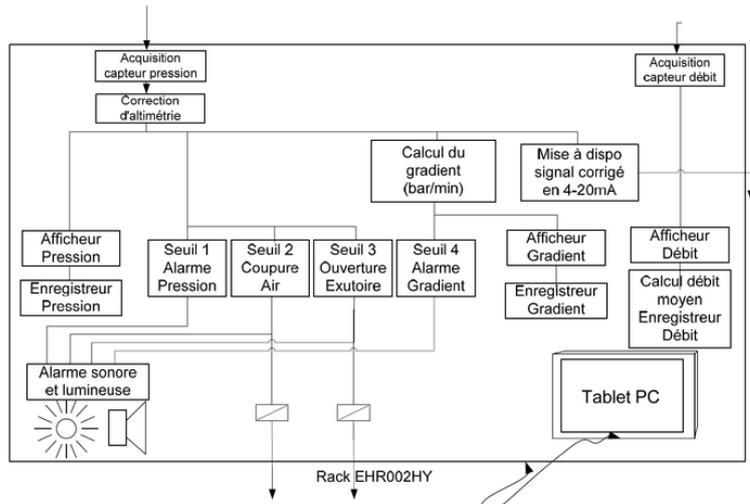
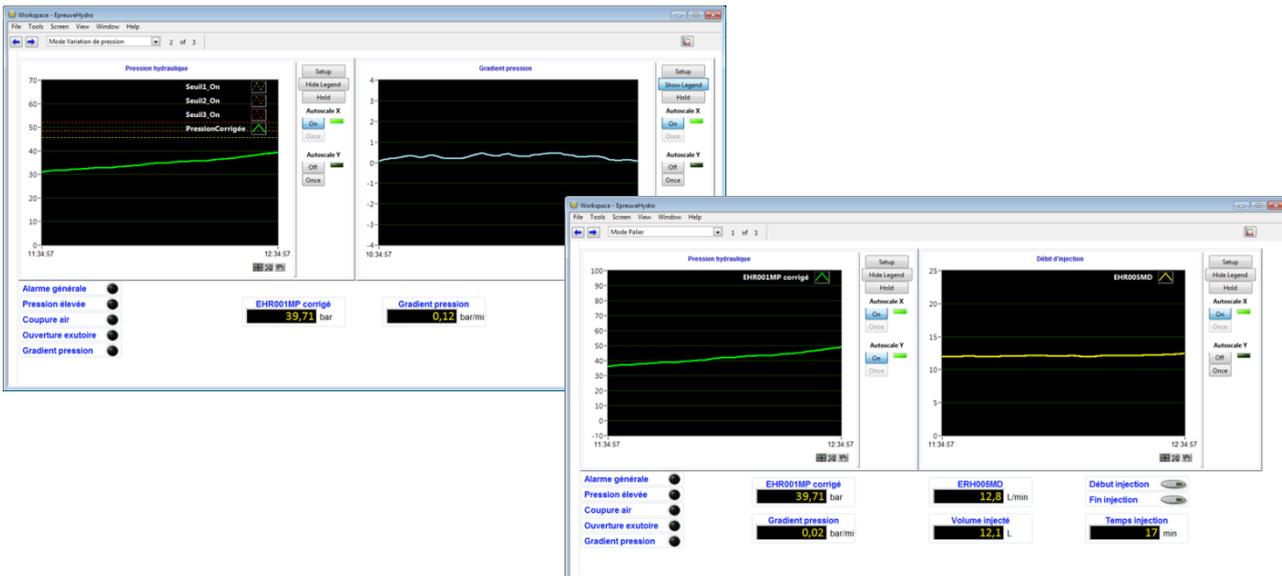


Figure 2. Synoptique du rack

L'application embarquée sur le CompactRIO a donc à sa charge l'enregistrement des mesures en provenance de capteurs 4-20 mA, la mise à l'échelle des données capteurs, la réalisation de calculs en temps réel sur les données mesurées, l'envoi de commandes aux éléments du système à travers des sorties logiques, ainsi que la gestion d'afficheurs autonomes sur le rack (afficheurs numériques, LED, alarmes).



Figures 3 et 4. Visualisation des données mesurées sur l'interface opérateur (Workspace de NI VeriStand)

Le support technique, une aide précieuse

Nous tenons à remercier le support technique de NI pour deux raisons. Premièrement, il nous a aidés à développer un graphique personnalisé (Custom Device) pour NI VeriStand permettant l'affichage de courbes sur une échelle de temps beaucoup plus importante que les graphes standard intégrés au logiciel.

De plus, lors du développement logiciel, nous avons été confrontés à une limitation matérielle qui impose de reconfigurer l'heure système du CompactRIO après un redémarrage. L'ingénieur d'application en charge du dossier a alors été en mesure de nous apporter une solution en moins de deux jours et nous avons pu développer un lanceur d'application capable de resynchroniser l'heure du CompactRIO sur l'heure de la tablette.

Des mises à jour de l'application déployées à distance

Aujourd'hui, la solution développée nous a permis de répondre à l'ensemble des objectifs du client, en particulier concernant les délais de développements. L'ensemble du système est transportable et peut être déployé sur site rapidement grâce à l'intégration de tous les éléments dans des racks réalisés par la société ERIL.

L'utilisation de NI VeriStand s'est révélée être un choix judicieux, nous permettant de faire évoluer facilement et rapidement l'application en fonction des échanges et essais réalisés tout en offrant une solution intégrée pour le déploiement à distance des mises à jour successives de l'application.

Informations sur l'auteur :

Maxime RENAUD

MESULOG

173, rue du rocher de Lorzier

38430 Moirans France

Tél : + 33 (0)4 76 35 20 17

Email : mxr@mesulog.fr