

Présentation de l'entreprise et contexte

Gantner Instruments est une entreprise spécialisée dans les systèmes décentralisés de mesures de grandeurs électriques, mécaniques, thermiques. Ses domaines de prédilection sont l'automatisation de bancs d'essais et la surveillance en opération dans les domaines du transport, de l'énergie, de la surveillance d'ouvrages ou du contrôle de process industriels. Avec la numérisation de l'industrie Gantner-instruments fait évoluer sa gamme de produits vers des solutions « cloud » de stockage et de visualisation, l'analyse de données ainsi que la prestation de service et l'ingénierie.

Une entité « Monitoring Systems » a été établie afin de supporter la conception et l'intégration des produits Gantner Instruments pour des applications spéciales. Un exemple d'application est la surveillance à la fatigue en centrale nucléaire. Dans ce contexte *Code_Aster* est utilisé comme solveur éléments finis afin de réaliser des analyses de résistance à la fatigue thermique.

Utilisation

L'intégrité de composants mécaniques nucléaires doit être validée conformément aux standards nationaux ou internationaux (principalement ASME section III, RCC-M or KTA3201.2) afin d'exclure tous risques de dommages provenant de déformation progressives, rupture brutale ou chargements cycliques.

La température et pression de dimensionnement est spécifiée lors de de la phase de conception de la centrale. Ces paramètres ont une influence fondamentale sur le choix des matériaux et le dimensionnement des parois. Concernant les charges cycliques, une prévision des différents évènements et leurs occurrences respectives doit être faite pendant cette phase afin de pouvoir évaluer le coefficient d'usage à la fatigue pour la durée de vie totale du composant.

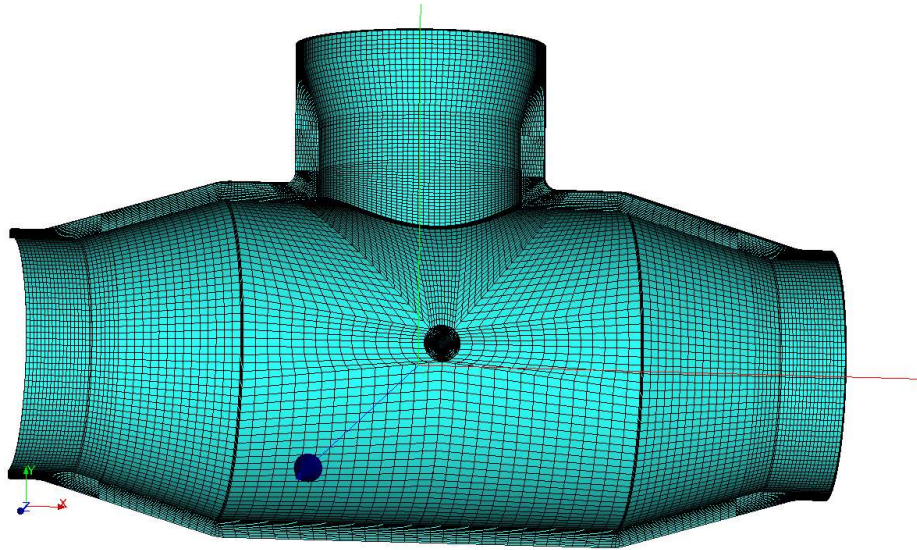
Certains événements peuvent être difficiles à évaluer lors de la conception, ou certains changements dans le mode de conduite de la centrale peuvent avoir une influence sur le profil des charges thermiques. Lorsqu'un évènement est plus pénalisant que prévu, le rapport d'analyse à la fatigue doit être révisé.

Gantner Instruments a réalisé des analyses à la fatigue conformément au standard allemand KTA3211.2 pour des tés soumis à une différence de température entre canalisation d'entrée et sortie supérieure aux spécifications. La température fut enregistrée avec l'instrumentation process, une enveloppe des différents évènements a été établie pour l'analyse thermomécanique avec *Code_Aster*.

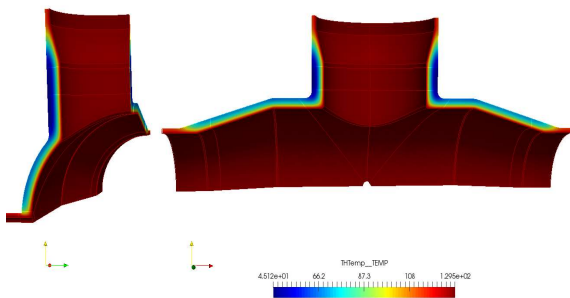
Le modèle géométrique a été réalisé puis maillé avec *Salome*. Les symétries du modèle ont été utilisées afin de réduire la taille du modèle et le temps de calcul. Le maillage structural est composé de 118 500 éléments quadratiques (hexaèdres) et 510 891 nœuds. Une analyse thermique linéaire fut effectuée afin de déterminer la distribution de température, les résultats ont été projetés sur le maillage structural afin de déterminer les contraintes thermiques. Les contraintes résultantes des forces mécaniques: pressions où forces aux embouts ont été calculées de façon unitaire (1Mpa, 1kN) puis additionnées lors du post-traitement (macro *Python*). Le calcul de facteur d'usage a été évalué aux coupes avec la fonction *POST_RCCM*.

Intérêt développement et contributions

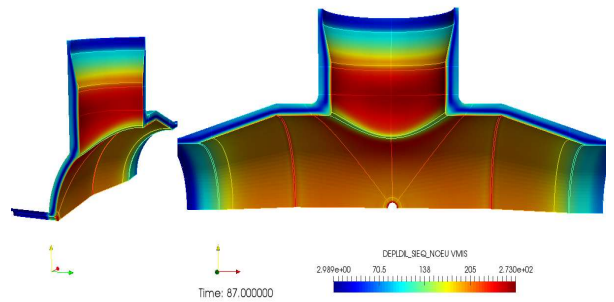
Procédures fatigue, couplage *Aster-Saturne*, couplage mesures-simulations



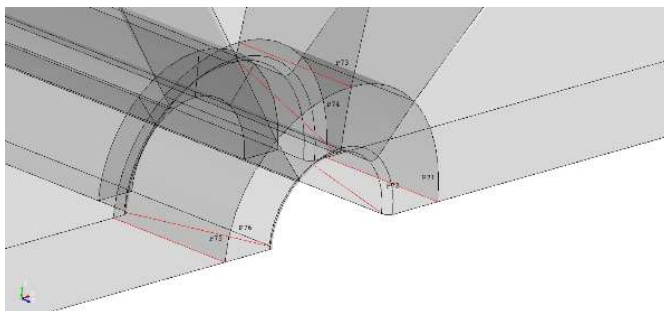
Maillage d'un Té
Mesh of the T-junction



Champs de températures t=87s
Thermal field evaluation at t=87s



Contraintes équivalentes t=87s
Equivalent stress at t=87s



Exemple de coupes à proximité de la tubulure de faible diamètre pour l'évaluation de la fatigue
Some evaluation sections (stress linearization and fatigue) in the small nozzle area

Periode	Occurence Event	N_Fuel loading	ΣD
1985-2016	15	31	0.23
1985-2025	15	40	0.3

Evaluation du facteur d'usage avec prédiction jusqu'à fin de service du composant
Fatigue evaluation with end of life prediction of higher loaded section

Company presentation and context

Gantner Instruments is a specialist for distributed data acquisition systems with a large product line of analog and digital I/O devices for the measurement of mechanical, thermal and electrical quantities. Classical applications are test automation and performance monitoring in automotive & transport, aerospace, energy, building & construction or industry facilities. With the digitalization of the industry Gantner-instrument extend its product portfolio to cloud based data storage and visualization, data analysis and engineering services.

A monitoring systems entity was established to support the design, customization and integration of Gantner-instruments products for special applications. One of this application is a fatigue monitoring system for the nuclear industry. In this context *Code_Aster* is used as thermo-mechanical finite element solver to perform fatigue analysis.

Application

To verify the integrity of nuclear mechanical components several aspects have to be checked according national and international regulatory standards to exclude any risk through excessive and progressive deformation, fast fracture or cyclic loading. Designer of mechanical components for nuclear island are mainly working with ASME section III, RCC-M or KTA3201.2 standards.

Design temperature and pressure of an equipment are specified at the design phase of a plant. These parameters have a direct influence on the choice of materials and sizing of the components. Concerning cyclic loading, a prevision of the occurrences of different events have to be done during the design phase to determine the usage factor of the component for its whole lifetime.

Some events can be difficult to predict during the design phase, or some changes in the operating mode of a plant can have influence on the temperature and pressure transients. If transients are more damaging than design transients the fatigue analysis reports have to be updated.

Gantner-instruments performed fatigue analysis according the nuclear standard KTA3211.2 for T-junctions where temperature differences between inlet and outlet nozzles occurs above the specified temperatures in some events. Temperatures were recorded from process instrumentation and enveloping transients were built as event/load for the thermal calculation.

The geometrical model with a regular mesh was done with Salome. A linear thermal evaluation was performed to determine the temperature field and thermal stresses. Symmetry of the 3D model were used in order to reduce the size of the model and calculation time. The 3D- structural mesh was composed of 118 500 Hexahedral elements and 510 891 nodes. Mechanical loads (pressure or piping loads) were calculated as static events (1Ma, 1kN etc.). The results were scaled and added during post-processing. Python macros were used to scale and trend the thermal plus the mechanical stress. Finally, the cumulative usage factor on different sections of the model was evaluated with the *Code_Aster* function *POST_RCCM*.

R&D interest and support

Fatigue functions, coupling *Aster-Saturne*, coupling measurements-simulations