G-SCOP
SCIENCES POUR LA CONCEPTION, L'OPTIMISATION ET LA PRODUCTION

Logiciel XRisk pour l'analyse systémique des risques pilotée par modèle

Jean Marie FLAUS

"sûreté des études de sûreté"

G-SCOP
SCIENCES POUR LA CONCEPTION, L'OPTIMISATION ET LA PRODUCTION

Plan

Principe de la démarche d'analyse des risques

Analyse de risque pilotée par modèle (Model Driven Risk Analysis)

Modèle de données

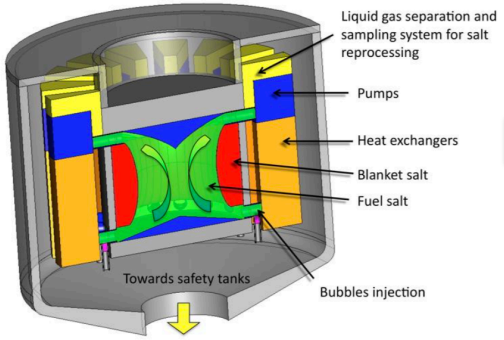
Example et démonstration

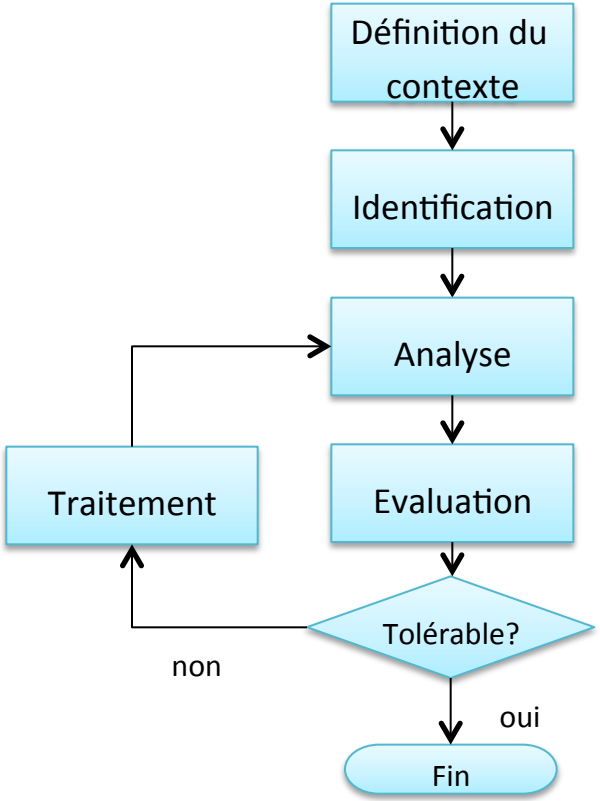
Démarche générale de l'analyse de risque

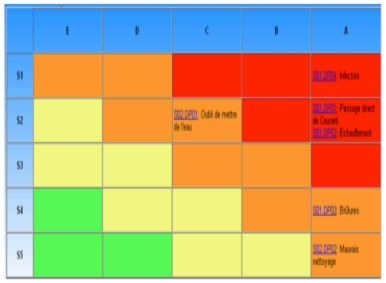
Un risque pour une entité peut être défini comme l'éventualité de l'occurrence d'un événement (incertain) qui peut entraîner des conséquences dommageables (effet négatif sur les objectifs de santé, sécurité, production..).

Pour réduire les risques ,

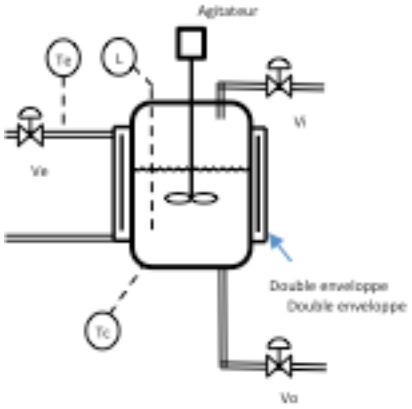
analyse à priori







Etape 1 :Identification



Description ou Modélisation du Système

CHECKLISTS

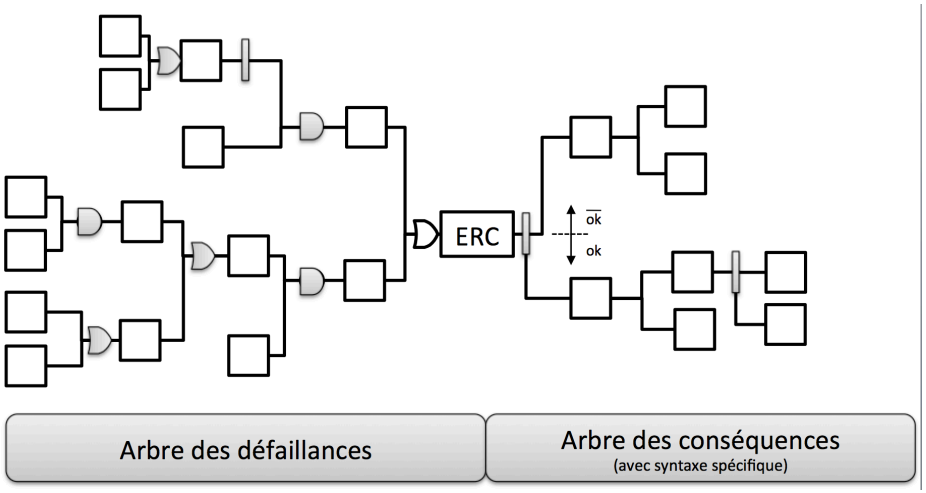
- ☐ Dangers
- ☐ Evénements redoutés

Analyse Préliminaire des Risques

Système	Evénement redouté	Situation dangereuse	Conséquences				Moyens de prévention envisagés

Etape 2 : Analyse

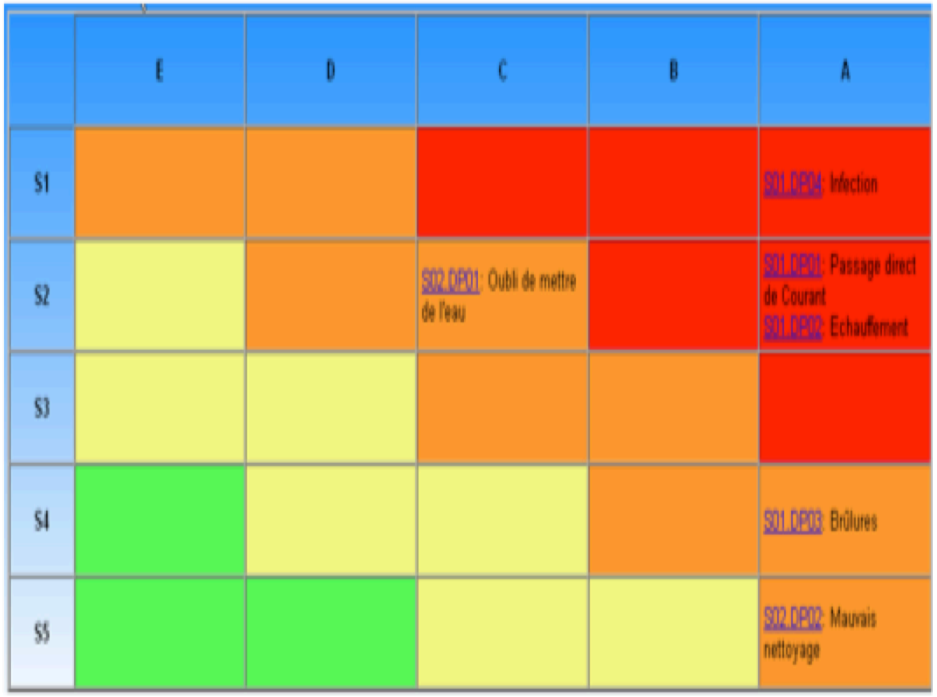
Analyse Préliminaire des Risques							
Système	Evénement redouté	Situation dangereuse	Conséquences	Vraisemblance	Gravité	Acceptabilité	Moyens de prévention envisagés



Analyse, calcul probabiliste

Etape 3 : Evaluation

Chaque scénario de risque est évalué



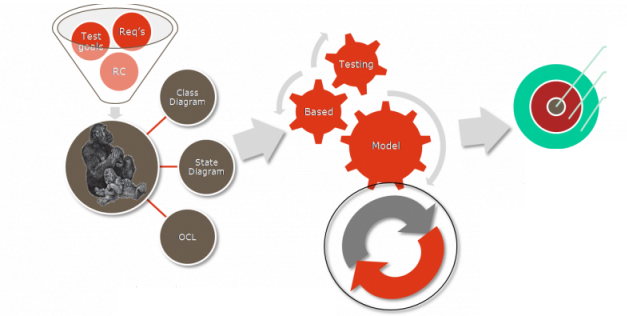
Les difficultés

- L'analyse prélimiaire sous forme de table n'est pas bien organisée, car le texte est libre
- Deux événements identiques peuvent être formulés différemment
- La construction des arbres dans l'étape nécessitent de repartir de zéro
- Les modifications faites sur une représentation n'entraînent pas la mise à jour de l'autre
- La capitalisation n'est pas facile (au mieux couper coller de texte)
- Il n'est pas possible d'utiliser facilement la connaissance provenant des analyses de risques
  - Diagnostic en ligne
  - Suivi des barrières (audit, test ..)
  - Simulation en mode dégradé
  - ….

Une solution : Model Based Driven Analysis

Représentation par un Document

→ Représentation par un Modèle



similaire au Model Based System Engineering

Une approche de modélisation spécifiée de façon précise permet de décrire

- Le système analysé
- Le résultat de l'analyse de risque

Intérêt d'une approche pilotée par modèle

- Validation des résultats, assistance à l'utilisateur

  Les informations saisies lors de l'analyse de risque ont une sémantique

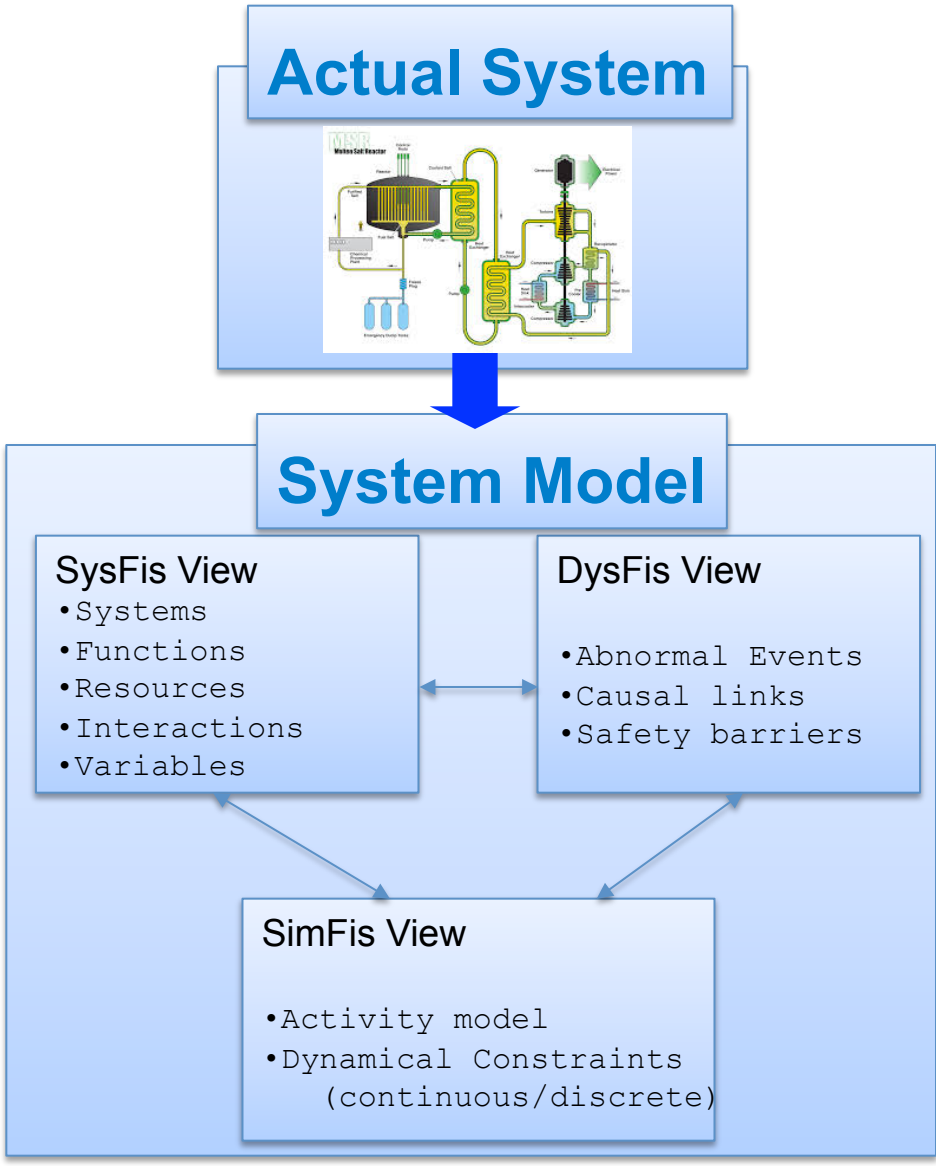
- Une représentation commune des dangers et dysfonctionnements
  - Pour divers formats de sortie (table, arbres , nœud papillon …)
  - Pour différentes méthodes (Amdec, Apr, Hazop, Mosar, Lopa …)
  - Utilisable pour d'autres domaines (utilisation pour diagnostiquer, simuler, évaluer divers indicateurs)

- Capitalisation

  Les informations contenues dans le modèles peuvent être traitées pour construire des bases de données de scénarios génériques

Overview of the proposed modeling approch : FIS

- The system to analyze is described by entities modeled with three views
  - Systemic view
  - Dysfunctional view
- Modular and Hierarchical : each system may decomposed in subsystems
- Partial and Iterative :
  - No need to build a complete model
  - The various views may be easily modified

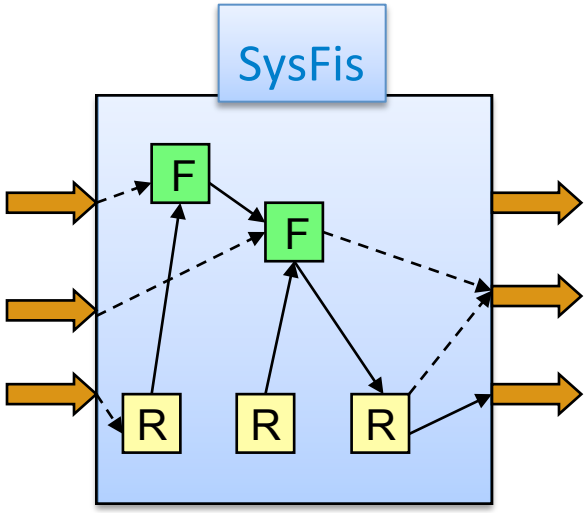


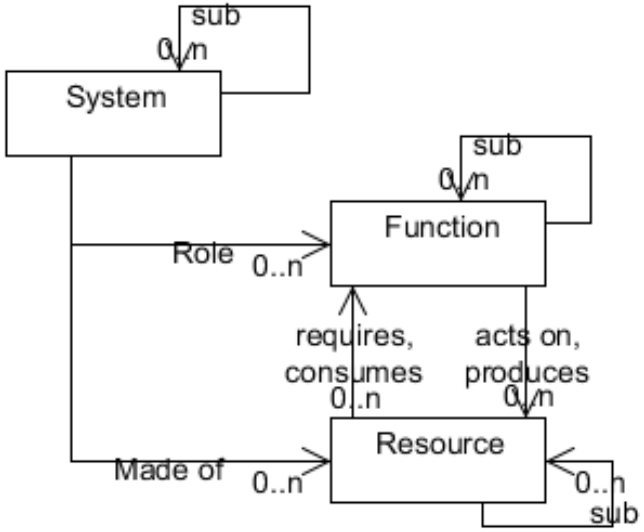
SysFis view : Systems, Functions and Resources

Objective : To describe the general structure

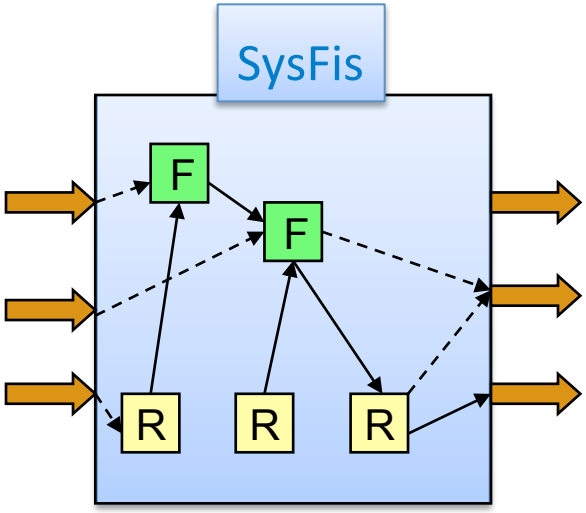
The basic entities are :

- Systems : groups of interacting, interrelated, or interdependent elements forming a complex whole
- Functions : what the system does
- Resources : the elements used in the systems (technical, human or organizational)

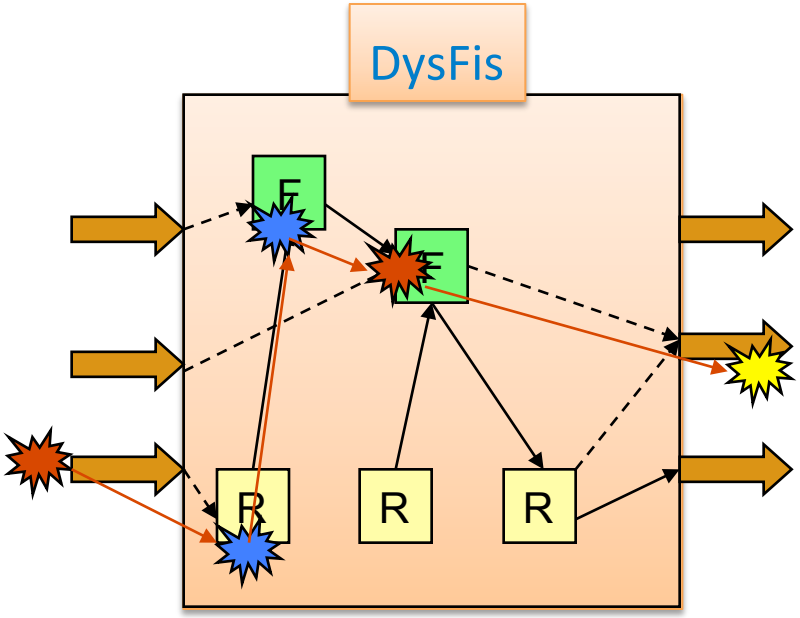




DysFis : Dysfunctional view



Risk analysis



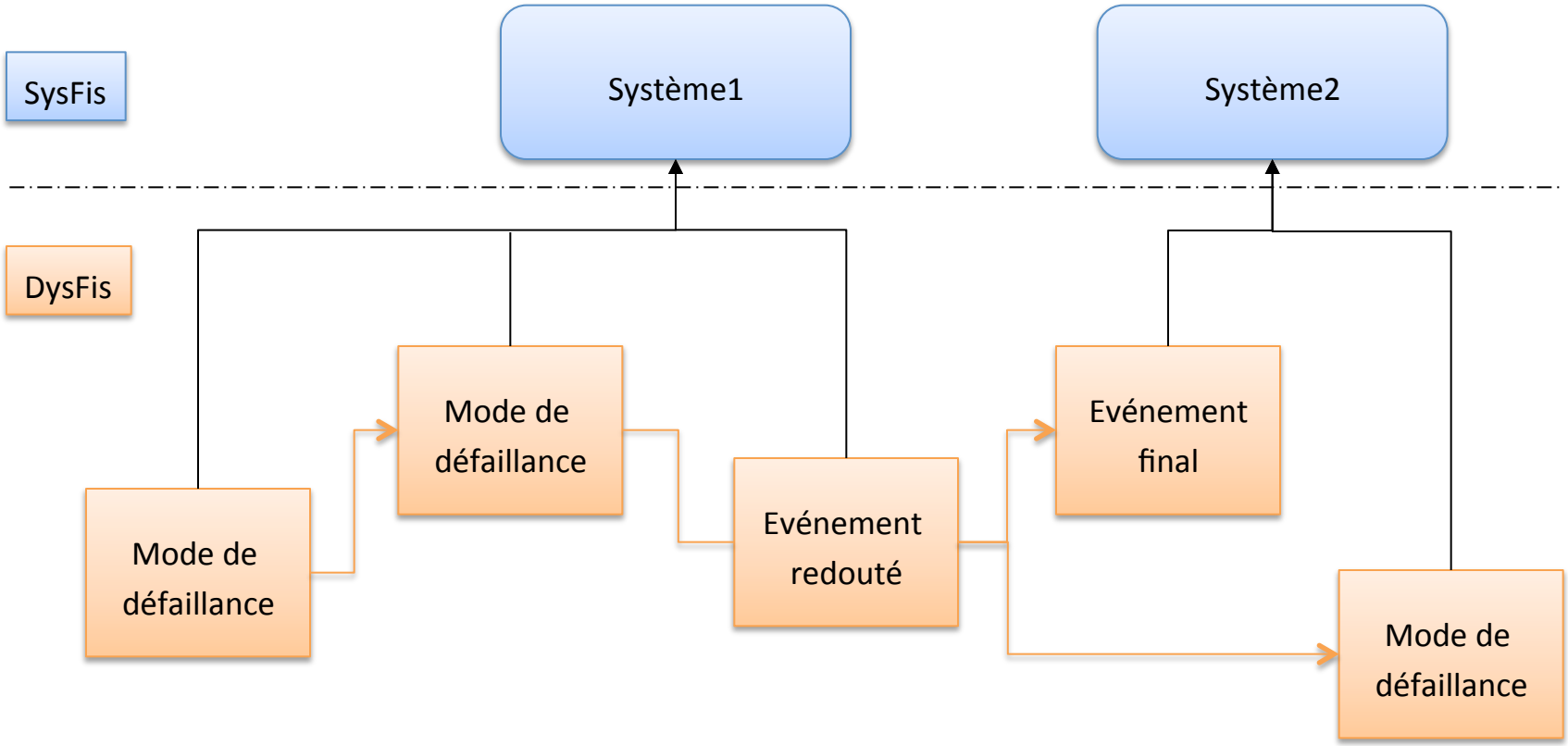
→ Cause-Consequence propagation

Semantic of events

- Loss of Control (PHA)
- Failure (FMEA)
- Deviation (HAZOP)
- Dangerous phenomenon (MOSAR)
- Generic

The **Failure Propagation Graph** describes the causal links between the abnormal events

Relations entre SysFis et DysFis



En pratique

Connaissances
Guides …

Données

=

MODELE

Résultats de l'analyse

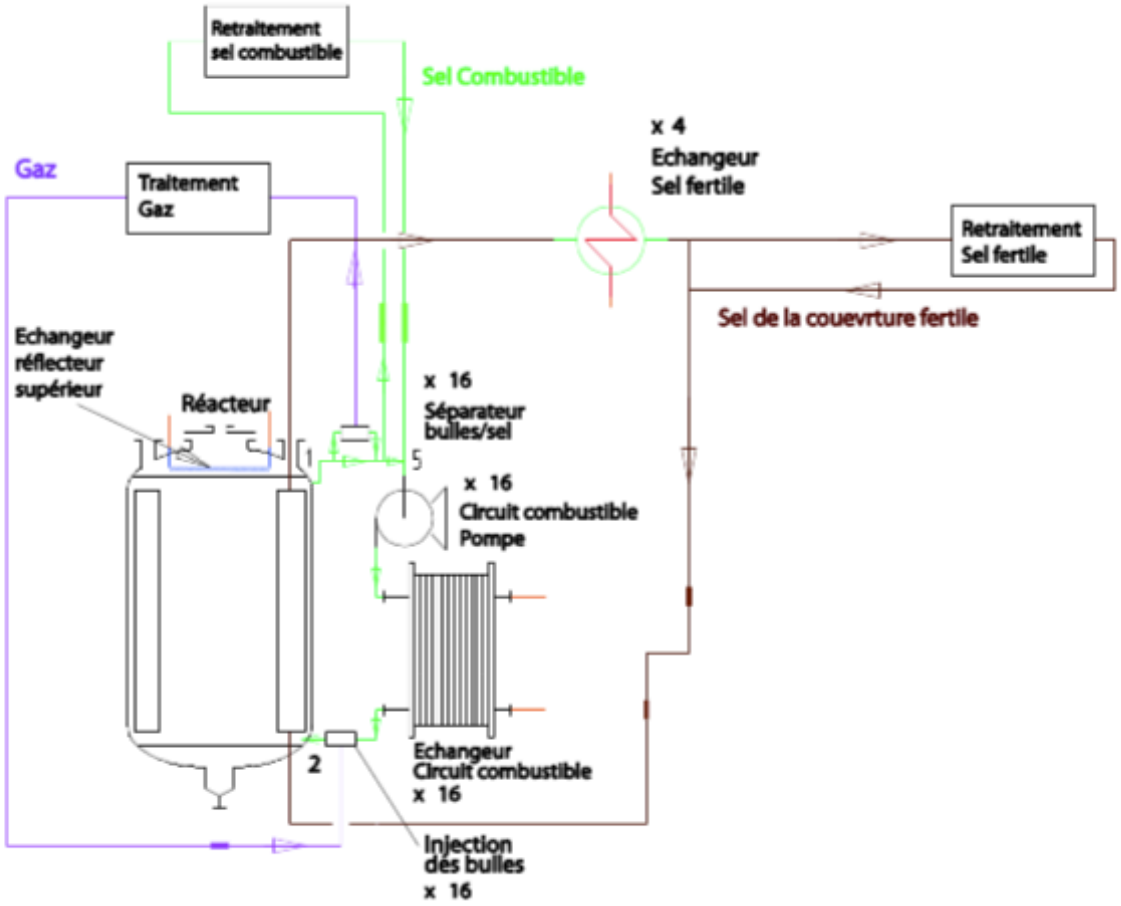
- Etats (tableaux APR, AMDEC…)
- Graphiques (arbres, bowties)
- Calculs de probabilité
- Scénarios
- Simulation
- …

Outils à utiliser sur l'installation

- Grille audit (manuelle)
- Algo diag (info)
- …

Exemple : réacteur à sel liquide

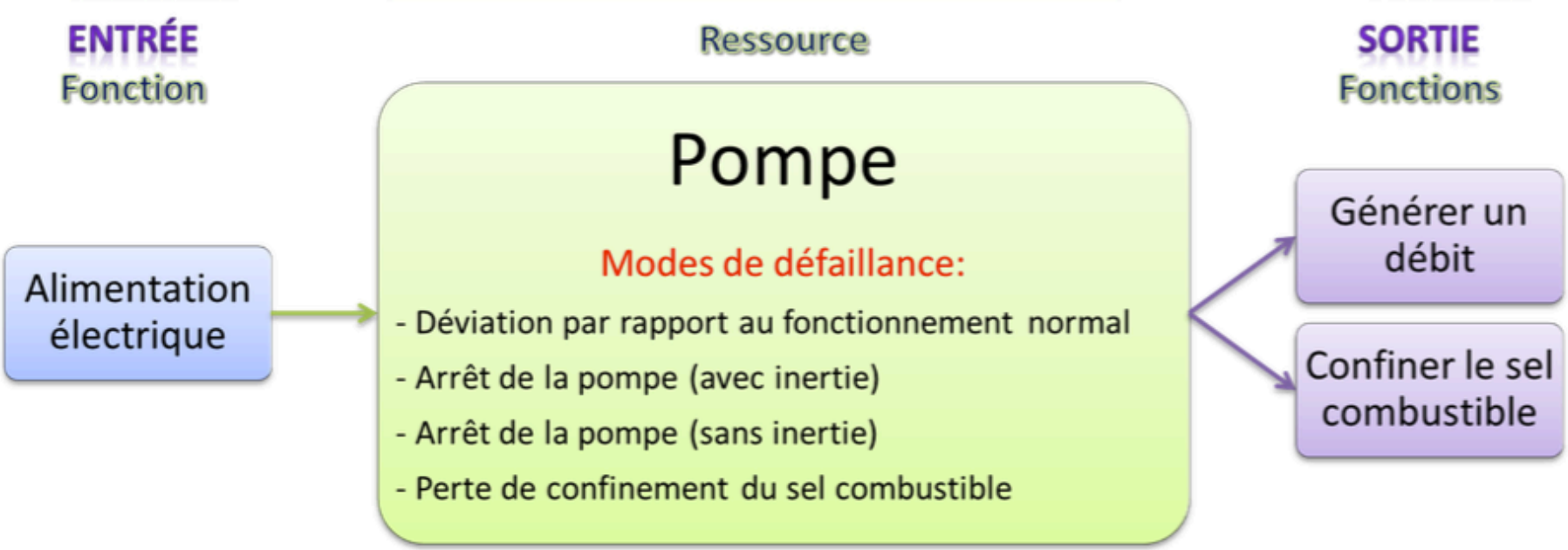
- Extrait de la thèse de Mariya BROVCHENKO



Modélisation

Ressources	Fonctions
Sous-système : Enveloppe combustible	
Cuve métallique	Contenir les fluides en cas de fuites
Gaz inerte	Solidifier les petites/moyennes fuites
Collecteurs vers vidange	Confiner les éléments radioactifs
Sous-système : Systèmes de vidange	
Bouchons-Vannes (actifs et passifs)	Vidanger/remplir les différents fluides "à froid"
Collecteurs de l'enveloppe combustible	Évacuer la chaleur résiduelle
Réservoirs	Vidanger le sel combustible à chaud
Connexion au gaz du niveau libre	
Tuyauteries	Confiner les fluides vidangés
Piscine d'eau	
Sel inerte avec poison neutronique	
Sel combustible	
Liquide de traitement des gaz	
Sel fertile	
Sous-système : Unité de bullage	
Réservoir	Confiner le liquide de retraitement
Liquide de retraitement	Refroidir les gaz et le liquide de retraitement
Gaz	Confiner les gaz et le liquide de retraitement
Injecteurs de bulles	
Séparateurs sel/bulles	
Système de contre-pression	
Système de refroidissement	
Sous-système : Couverture fertile	
Sel fertile	Confiner le sel fertile
Parois combustible/fertile	Refroidir le sel fertile
Échangeurs de chaleur	Protection neutronique
Sous-système : Circuit intermédiaire	
Sel intermédiaire	Refroidir le sel combustible
Générateurs de vapeur	Transporter la chaleur et la transférer au circuit de conversion
Pompes	Refroidir les structures du circuit combustible
Tuyauteries	Confiner le fluide intermédiaire
Réservoir de vidange	Refroidir le sel fertile
Sous-système : Circuit de conversion	
Fluide de conversion	Refroidir le fluide intermédiaire
Pompes	Transporter la chaleur/énergie
Turbines	Convertir la chaleur en puissance mécanique
Tuyauteries	Confiner le fluide de conversion
Sous-système : Bâtiment/enceinte de confinement	
A étudier	Confiner les éléments radioactifs liquides ou gazeux
	Protéger les structures internes de toute agression extérieure
Sous-système : Extérieur	
Environnement	Fournir l'ensemble des composants en électricité
Système d'alimentation électrique	Autres fonctions à définir
Opérateur	

Détail d'un élément de modèle

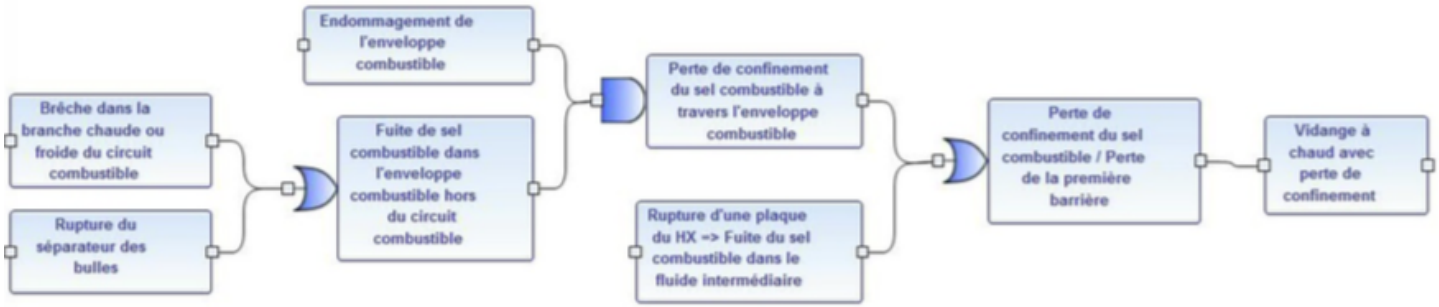


Analyse préliminaire

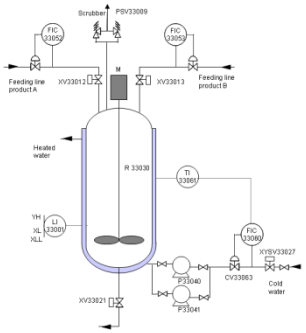
Analyse préliminaire de risque

Système	Situation à risque	Phénomènes pouvant créer des dommages	Effets et Cibles	Probabilité	Gravité
Circuit Combustible	Fonction : Homogénéiser le sel + Mode de défaillance : Sel non homogène	Phénomène dangereux : Accumulation ou disparition locale des bulles dans le sel	Circuit Combustible	C	S3
Circuit Combustible	Fonction : Homogénéiser le sel + Mode de défaillance : Sel non homogène	Phénomène dangereux : Dépôt des éléments non solubles dans les parties froides du circuit	Circuit Combustible	C	S3
Circuit Combustible	Fonction : Produire de la chaleur + Mode de défaillance : Arrêt de puissance de fission, reste chaleur résiduelle	Phénomène dangereux : Echauffement du sel combustible	Circuit Combustible	C	S5

Analyse de risque détaillée

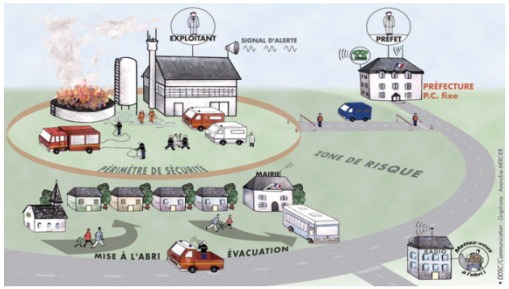


Applications

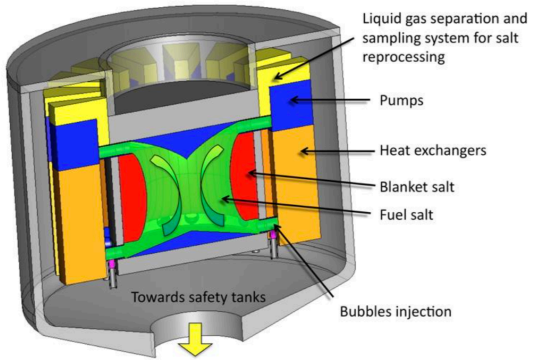


Chemical processes

Dangerous good transportation



Crisis management



These Mariya BROVCHENKO MSFR

Sterilization of Medical devices

Pour conclure : les possibilités offertes de cette approche

Existant

- Permet de garder les analyses de risques (multi méthodes) **consistantes** entre elles et avec le *modèle*
- **Validation** des analyses
- Construction itérative, **Mise à jour simplifiée**
- **Calculs** probabilistes, constructions de scénarios **automatiques**
- Génération **d'outils d'audit automatique** pour évaluer l'installation réelle
- Diagnostic interactif (approche logique)

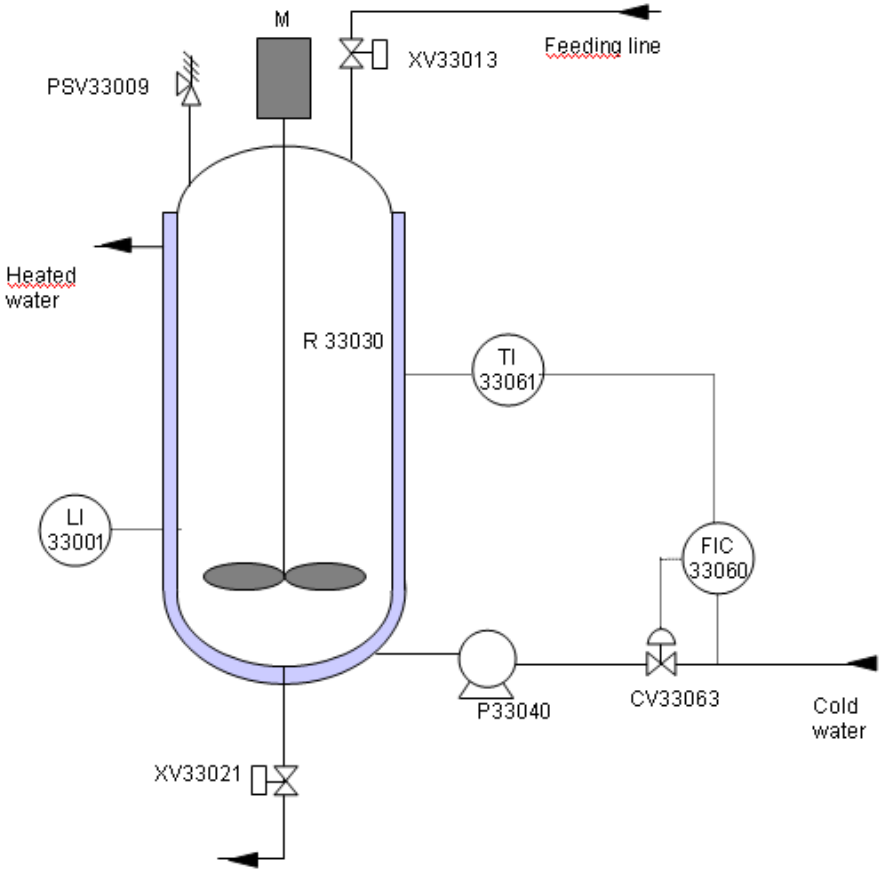
En cours de développement

- L'évaluation des performances en mode dégradé : simulation dynamique
- Prise en compte incertain (stochastique, flou …)

- Audit

Utilisateurs et partenaires : INERIS, INRS, plusieurs PME et sociétés de services , Nombreuses écoles et laboratoires

Petite démo : réacteur chimique



Démo