

Exploration d'un poste d'eau de centrale nucléaire REP

Poste d'eau de centrale nucléaire REP

Introduction

On appelle poste d'eau l'ensemble des échangeurs et des mélangeurs permettant de réchauffer dans une centrale à vapeur l'eau qui sort du condenseur à basse température

L'étude des améliorations des cycles à vapeur présentée dans le module précédent montre que les prélèvements ou soutirages permettent de réduire les irréversibilités qui prennent place dans l'économiseur, et donc d'augmenter significativement les rendements.

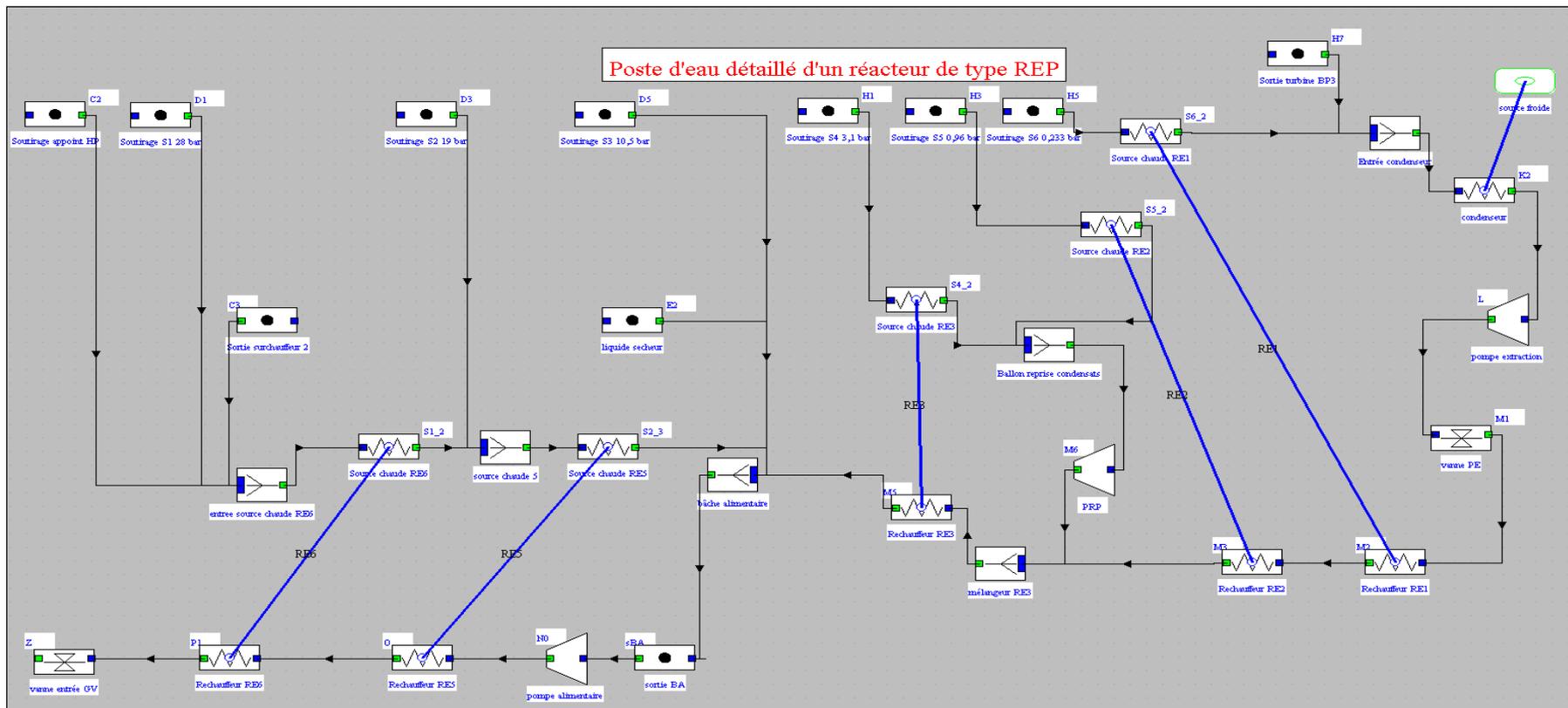
La conception du poste d'eau est relativement complexe, car les prélèvements ne peuvent être effectués qu'à des températures et des pressions variables.

De plus, ils ont pour effet de diminuer progressivement le débit qui traverse les différents corps de turbine, et donc de réduire la puissance globale de la centrale.

L'optimisation globale est donc difficile à réaliser.

1. Schéma global du poste d'eau

Cette figure montre le schéma global obtenu pour le poste d'eau



Un modèle Thermoptim du poste d'eau est donné ci-dessous. Comme nous le verrons, il peut être séparé en deux parties reliées par la bâche alimentaire.

Il met en jeu six prélèvements, à des pressions de 28, 19, 10,5, 3,4, 0,96 et 0,233 bars, avec un tout petit appoint de vapeur vive pour le dernier réchauffeur.

Il permet de porter à 228,5 °C l'eau qui sort du condenseur à 39 °C, réduisant ainsi significativement les irréversibilités liées au réchauffement de l'eau en chaleur sensible.

Nous étudierons successivement les deux sous-parties du poste d'eau.

Partie BP du poste d'eau

Nous allons maintenant étudier la partie basse pression du poste d'eau.

1. Charger le modèle

Cliquez sur le lien suivant :

Ouvrir un fichier dans Thermoptim

Vous pouvez aussi :

- soit ouvrir le Catalogue d'exemples du menu « Fichiers de projet » (Ctrl E) et sélectionner le modèle m2.5 dans la liste des modèles du chapitre Cours CTRN 3.
- soit ouvrir le fichier de schéma (posteEauN4_V2_ED_BP.dia) grâce au menu "Fichier/Ouvrir" du menu de l'éditeur de schémas, et le fichier de projet (posteEauN4_V2_ED_BP.prj) grâce au menu "Fichier de projet/Charger un projet" du menu du simulateur.

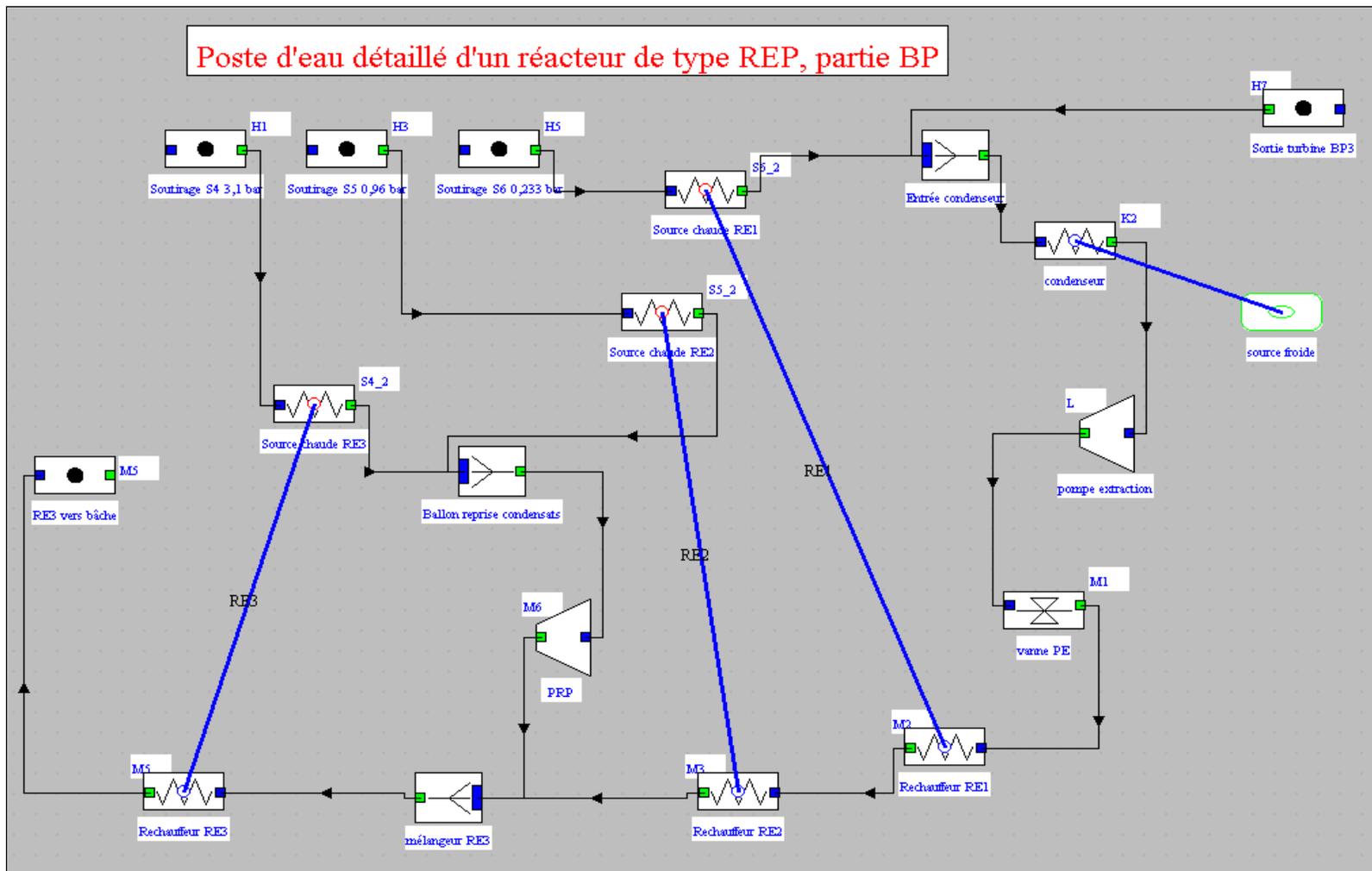
2. Analyse du cycle

Sur ce schéma, on aperçoit clairement quatre liaisons bleues d'échangeurs correspondant, de droite à gauche, au condenseur qui échange avec la source froide, et aux trois réchauffeurs RE1, RE2 et RE3.

En haut à gauche, trois transfos-points représentent les soutirages S4, S5 et S6 avec indication .

En haut à droite du schéma, la vapeur détendue sortant du dernier corps de turbine BP entre dans un mélangeur en entrée de condenseur, où elle est mélangée avec de la vapeur presque condensée en provenance du soutirage S6 à 0,233 bar qui a cédé sa chaleur au réchauffeur RE1.

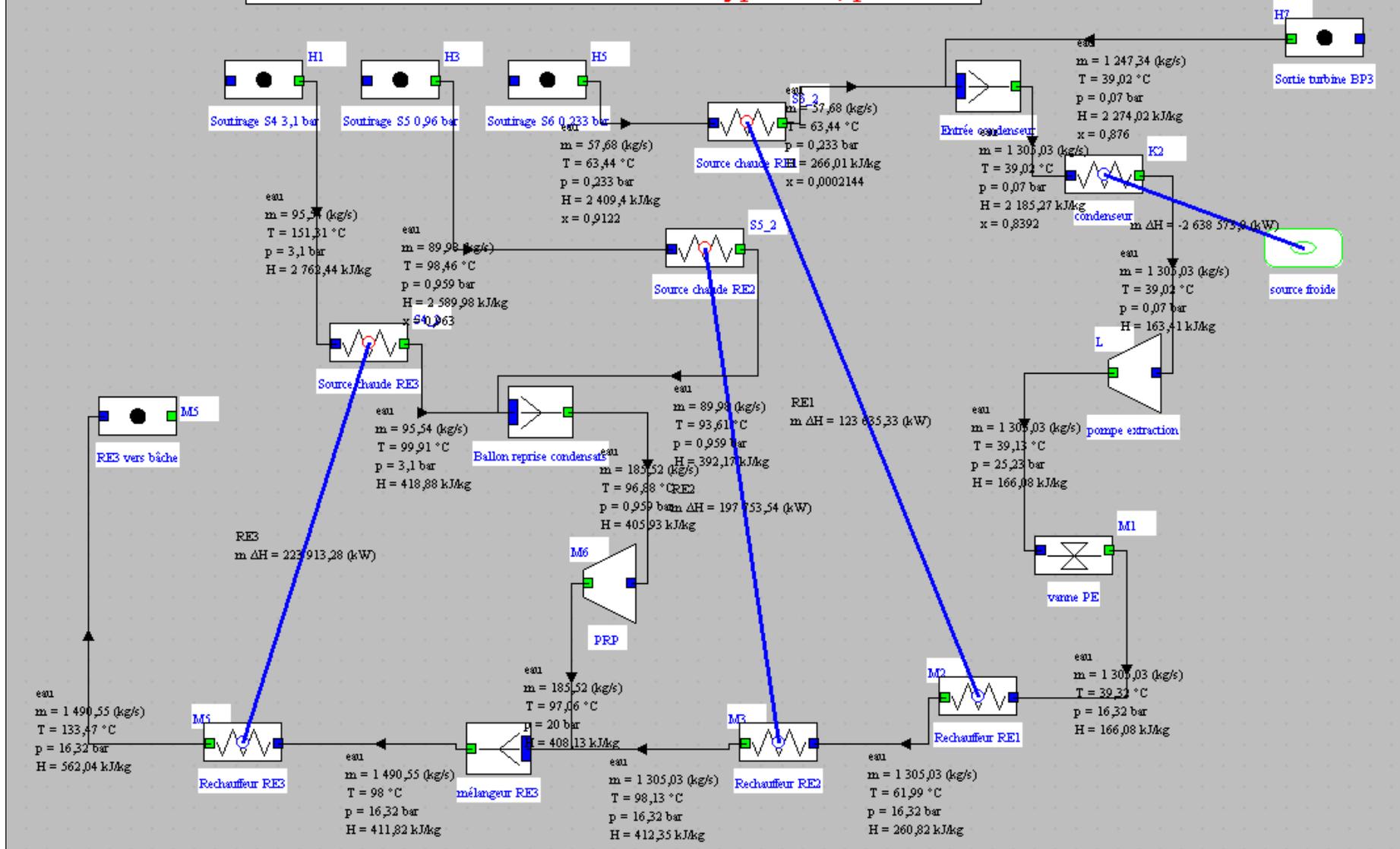
Sur la droite du schéma, l'eau condensée est remise en pression par la pompe d'extraction suivie d'une vanne de réglage, puis réchauffée dans le réchauffeur RE1.



Elle poursuit sa réchauffe dans le réchauffeur R2, alimenté par le soutirage S5 à 0,96 bar.

La vapeur de ce soutirage refroidie est dirigée vers un mélangeur où elle se mélange avec la vapeur refroidie du soutirage S4 à 3,1 bars. Le mélange est remis en pression et mélangé avec l'eau sortant du réchauffeur RE2, le débit total poursuivant sa réchauffe dans le réchauffeur RE3, avant d'être dirigé vers la bache alimentaire

Poste d'eau détaillé d'un réacteur de type REP, partie BP



Le synoptique permet de quantifier ces évolutions : 1,25 t/ s de vapeur sort de la turbine à 39 °C.

En sortie du réchauffeur RE1, le débit est de 1,3 t/s, et la température de 62 °C.

En sortie du réchauffeur RE2, la température de 98 °C.

En sortie du réchauffeur RE3, le débit atteint 1,49 t/s, et la température 133,5 °C.

Bâche alimentaire

Nous avons vu que la bâche alimentaire sépare les parties BP et HP du poste d'eau. C'est un organe essentiel, ce qui justifie que nous lui consacrons quelques lignes dans cette exploration dirigée.

La bâche alimentaire, également connue sous le nom de réservoir d'eau d'alimentation, est un composant clé du système d'alimentation en eau d'une centrale à vapeur

Voici quelques points qui expliquent son importance dans le processus global de production d'électricité :

1. Stockage et régulation de l'eau d'alimentation

La bâche alimentaire agit comme un réservoir de stockage pour l'eau d'alimentation de la chaudière. Elle permet d'accumuler une réserve d'eau prête à être utilisée lorsque cela est nécessaire, ce qui est particulièrement important pour les centrales à vapeur qui doivent répondre rapidement aux variations de la demande

2. Maintien de la pression et de la température de l'eau

La bâche alimentaire est conçue pour maintenir la pression et la température de l'eau d'alimentation à des niveaux appropriés pour le processus de production de vapeur. Cela garantit que l'eau entrant dans la chaudière est à une pression et une température suffisamment élevées pour éviter la formation de condensat prématuré et pour optimiser l'efficacité de la production de vapeur

3. Élimination des impuretés et des gaz dissous

La bâche alimentaire est souvent équipée de systèmes de traitement de l'eau pour éliminer les impuretés et les gaz dissous qui pourraient compromettre le fonctionnement de la chaudière. Cela comprend généralement des filtres, des dégazeurs et des dispositifs de traitement chimique pour assurer la qualité de l'eau d'alimentation

4. Sécurité et fiabilité du système

En maintenant une réserve d'eau d'alimentation prête à être utilisée, la bâche alimentaire contribue à assurer la sécurité et la fiabilité du système de production d'électricité. Elle permet d'éviter les interruptions de fonctionnement dues à des pénuries d'eau et assure un approvisionnement constant en eau de qualité pour la chaudière

Partie HP du poste d'eau

Nous allons maintenant étudier la partie haute pression du poste d'eau.

1. Charger le modèle

Cliquez sur le lien suivant :

Ouvrir un fichier dans Thermoptim

Vous pouvez aussi :

- soit ouvrir le Catalogue d'exemples du menu « Fichiers de projet » (CtrlE) et sélectionner le modèle m2.6 dans la liste des modèles du chapitre Cours CTRN 3.
- soit ouvrir le fichier de schéma (posteEauN4_V2_ED_HP.dia) grâce au menu "Fichier/Ouvrir" du menu de l'éditeur de schémas, et le fichier de projet (posteEauN4_V2_ED_HP.prj) grâce au menu "Fichier de projet/Charger un projet" du menu du simulateur.

2. Analyse du cycle

Sur ce schéma, on aperçoit clairement deux liaisons bleues d'échangeurs correspondant, de gauche à droite, aux deux réchauffeurs RE5 et RE6.

En partant du bas à gauche, apparaissent les différents flux aboutissant à la bêche alimentaire.

- l'eau préchauffée dans la partie BP du poste d'eau et sortant du réchauffeur RE3
- le soutirage S3 à 10,5 bar
- la fraction liquide sortant du séparateur de phase du cycle REP
- le débit total des soutirages S1 et S2, refroidie dans le réchauffeur RE5

En sortie de la bache alimentaire, le débit atteint 2,29 t/s, et la température 179 °C.

En sortie du réchauffeur RE5, la température atteint 208 °C.

En sortie du réchauffeur RE6, elle vaut 228,5 °C.

L'ensemble du poste d'eau a ainsi permis de réchauffer de près de 190 °C l'eau sortant du condenseur et de réaliser une régénération interne permettant de réduire les irréversibilités du cycle.

3. Intégration thermique

Ce poste d'eau constitue un bel exemple d'intégration thermique.

Cette figure présente les courbes composites que l'on obtient en lui appliquant la méthode du pincement. Les écarts entre la composite chaude et la froide sont très faibles, induisant des irréversibilités réduites.



Conclusion

Cette exploration vous a permis d'analyser en détail le poste d'eau d'une centrale nucléaire de type REP, dont le rôle est de préchauffer l'eau d'alimentation avant qu'elle n'entre dans le générateur de vapeur pour améliorer l'efficacité énergétique de la centrale.