

Projet CERES-2

Chemins Energétiques pour la Récupération d'Énergie dans les Systèmes industriels

EDF-R&D

Département Eco-efficacité des Procédés Industriels



Journée LMCS – 7 Décembre 2012



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

Plan

▶ Contexte industriel

▶ Objectifs du projet CERES-2

▶ L'outil CERES:

Une architecture couplant bibliothèque Dymola et plateforme d'utilisation

- Bibliothèque Dymola
- Méthodologie implémentée dans la plateforme CERES

Les acteurs du projet

► EDF R&D - Département EPI

Département Eco-efficacité énergétique des Procédés Industriels

- 95 personnes

Appui aux entités commerciales du groupe EDF

- France
- International (UK, Chine, Pologne...)

Développement d'offres de services Efficacité Energétique

- Audit, gisements d'économies d'énergies
- Dimensionnement de solutions innovantes (chauffage, récupération de chaleur)

► Le projet CERES

Projet ANR (2011-2013)

Partenaires académiques

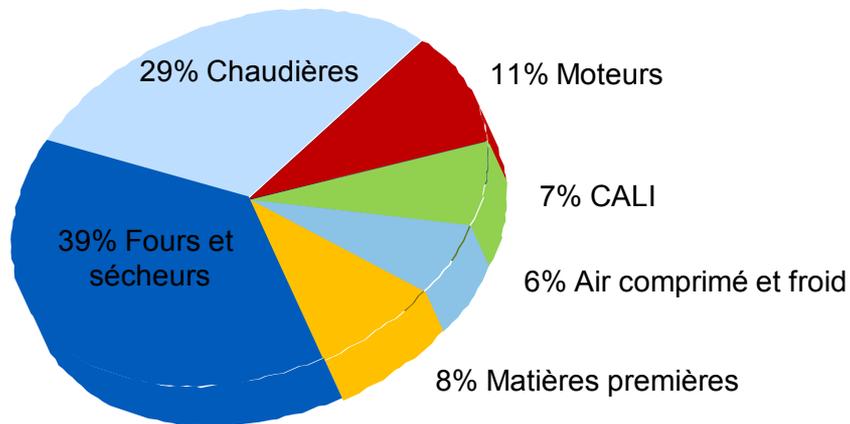


Partenaires industriels



L'énergie dans l'industrie

Usages de l'énergie dans l'industrie (France)



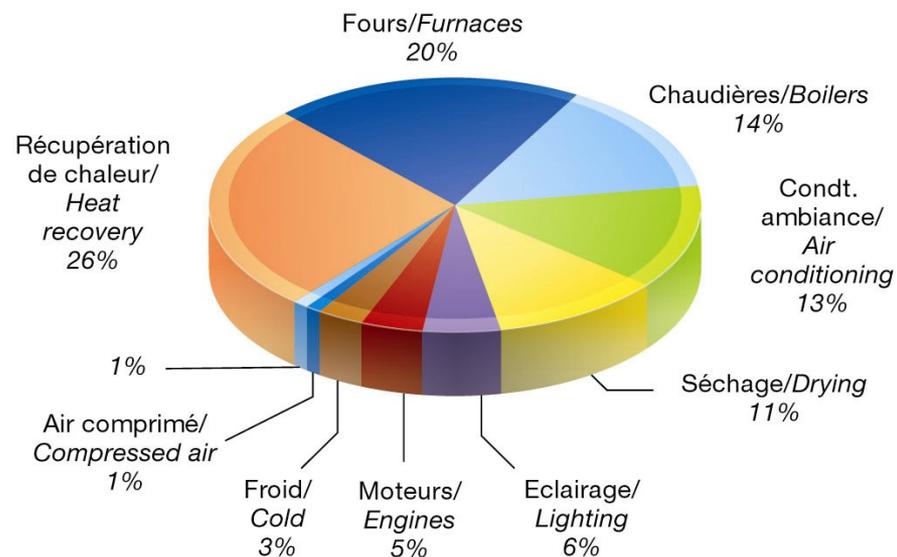
460TWh

70%

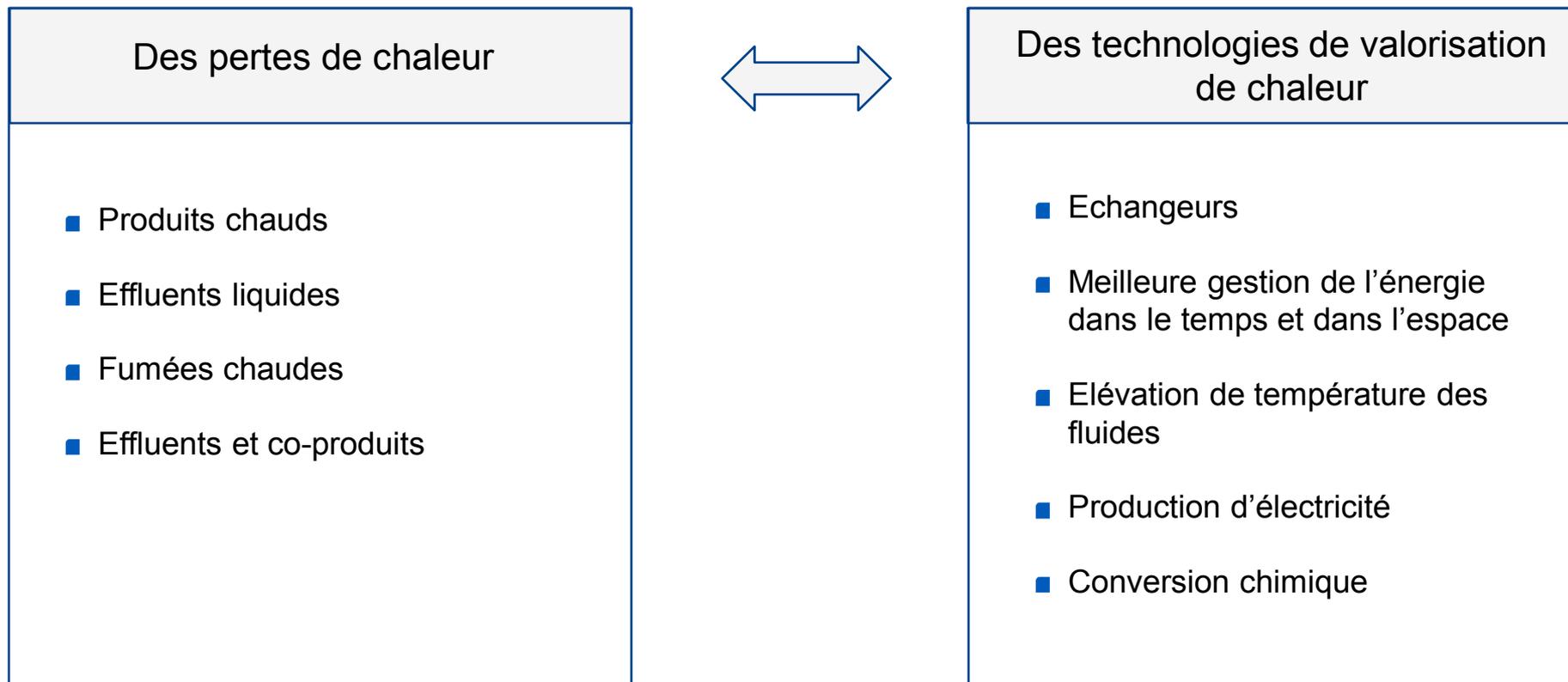
pour la production de chaleur

15%–20%

**Potentiel d'économies d'énergie
avec les technologies disponibles
(75% sur chaleur)**



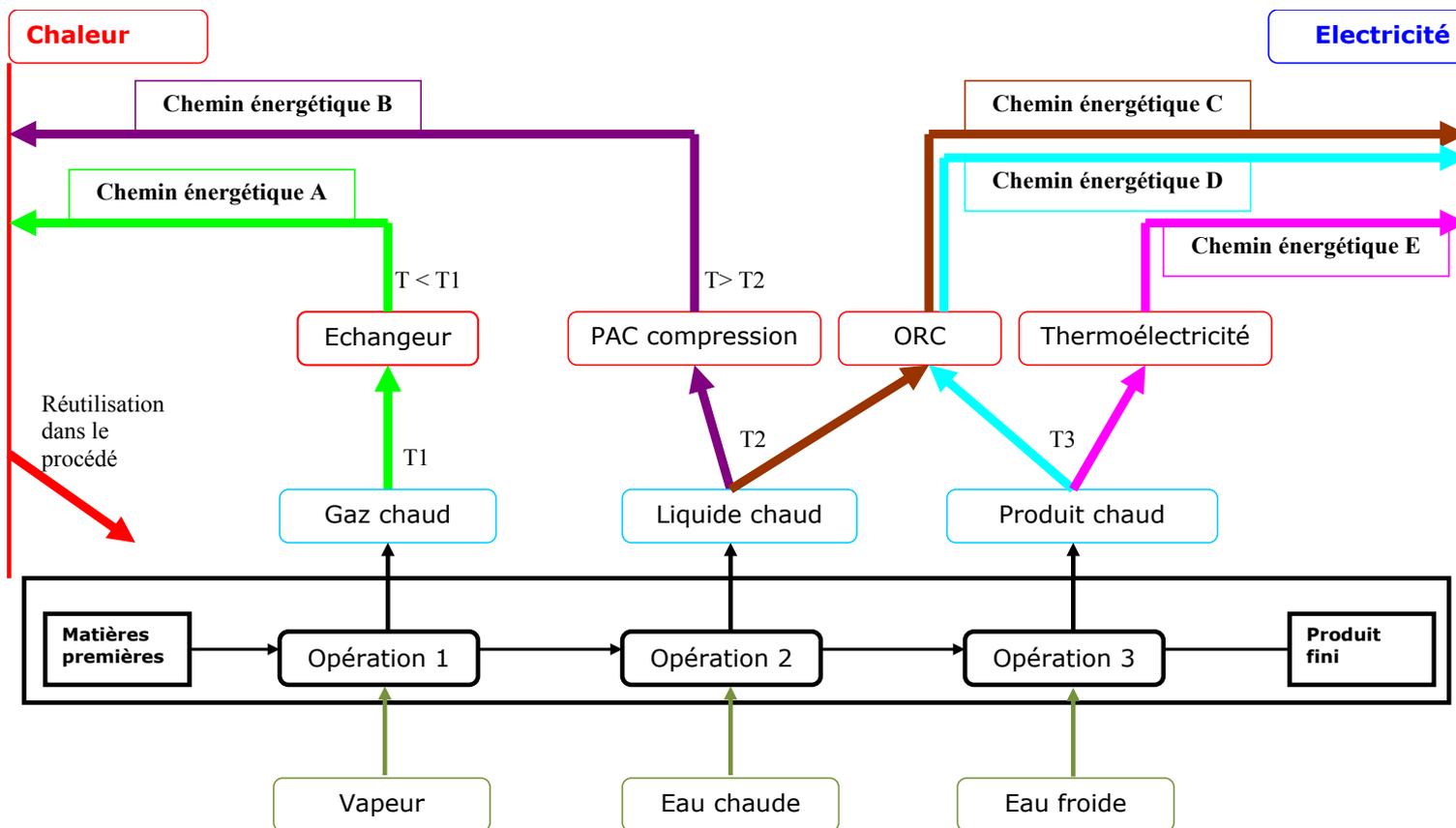
La chaleur dans l'industrie



- ▶ Comment choisir, pour un site industriel, parmi ces solutions ?
Quels sont les critères de sélection ?
Quelle méthodologie adopter ?

Objectif de l'outil CERES

► Outil d'aide à la décision sur des critères énergétiques, économiques et environnementaux



Légende:

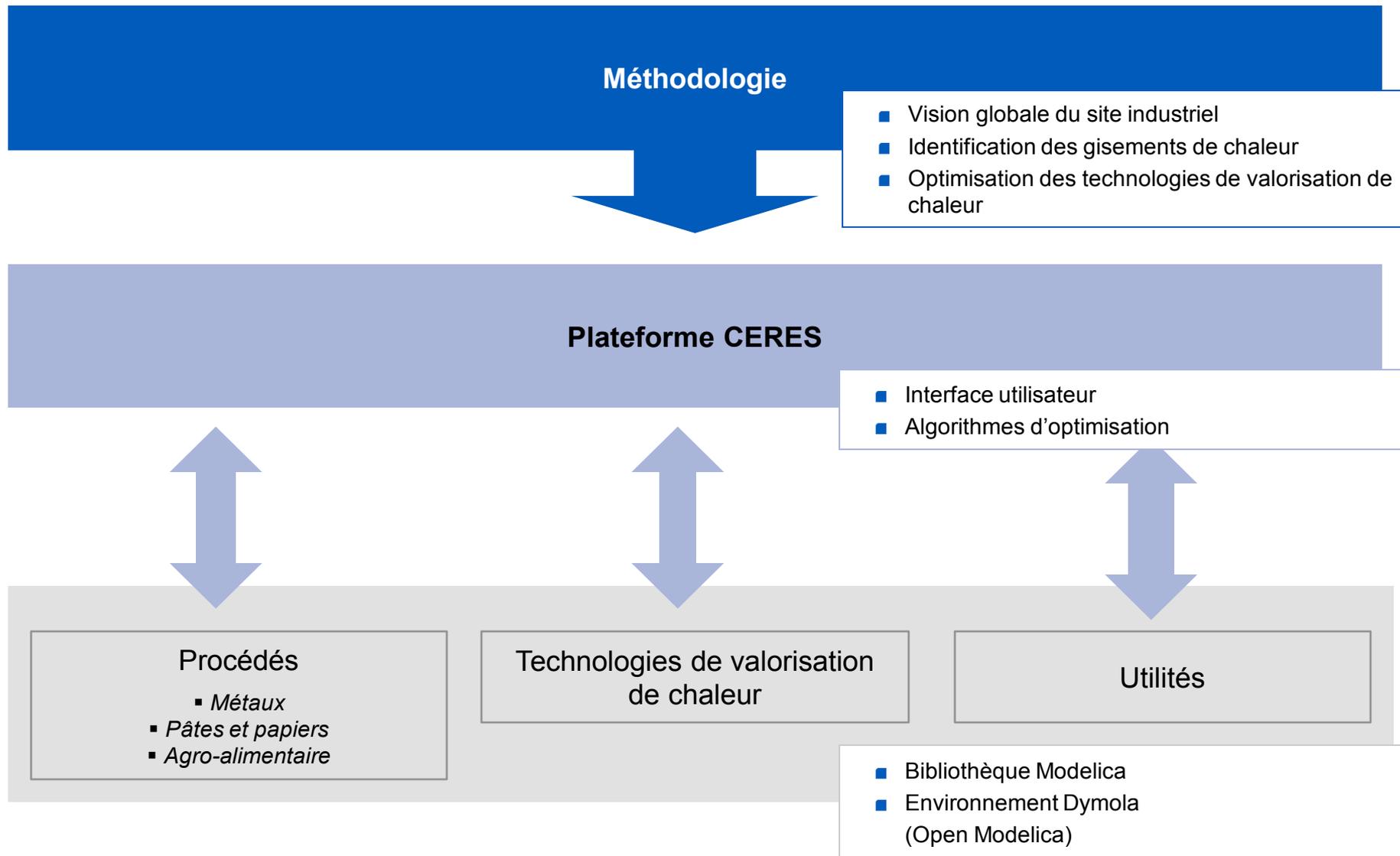
Utilité

Source de chaleur à valoriser

Etape du procédé

Technologie de valorisation de la chaleur

Architecture de l'outil CERES



Bibliothèque - Choix du langage Modelica

► A l'issue d'une revue des langages et outils existants

- Simulation des procédés (ASPEN, ProsimPlus, ...)
- « equation based » (Modelica/Dymola, MappleSim, Gproms, Simscape)
- Environnement mathématique (Matlab, ...)

► Langage de programmation: Modelica

- Open source, Orienté objet
- Multi-physique
- Acausal, repose sur écriture formelle des équations

► Environnement de développement

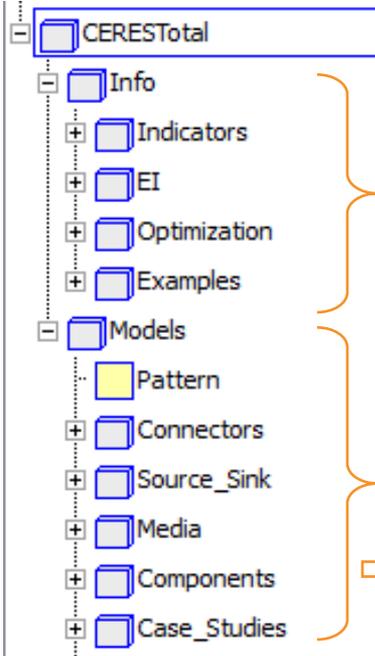
- Pratique : Dymola (ergonomie, capacité de résolution)
- Open Modelica

Bibliothèque - Développement des modèles

Architecture de la bibliothèque

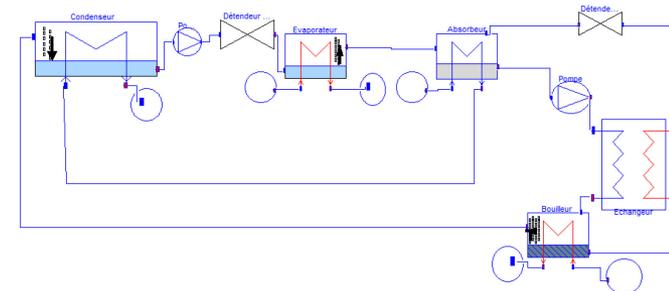
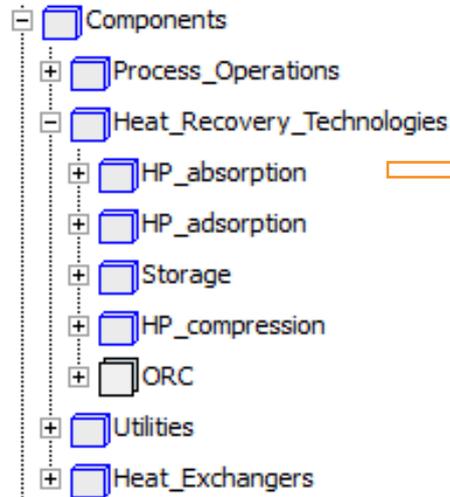
Architecture des modèles

Simulations



Communication avec la plateforme CERES

Les modèles .mo



Méthode d'analyse énergétique

Méthodologie

Analyse des procédés

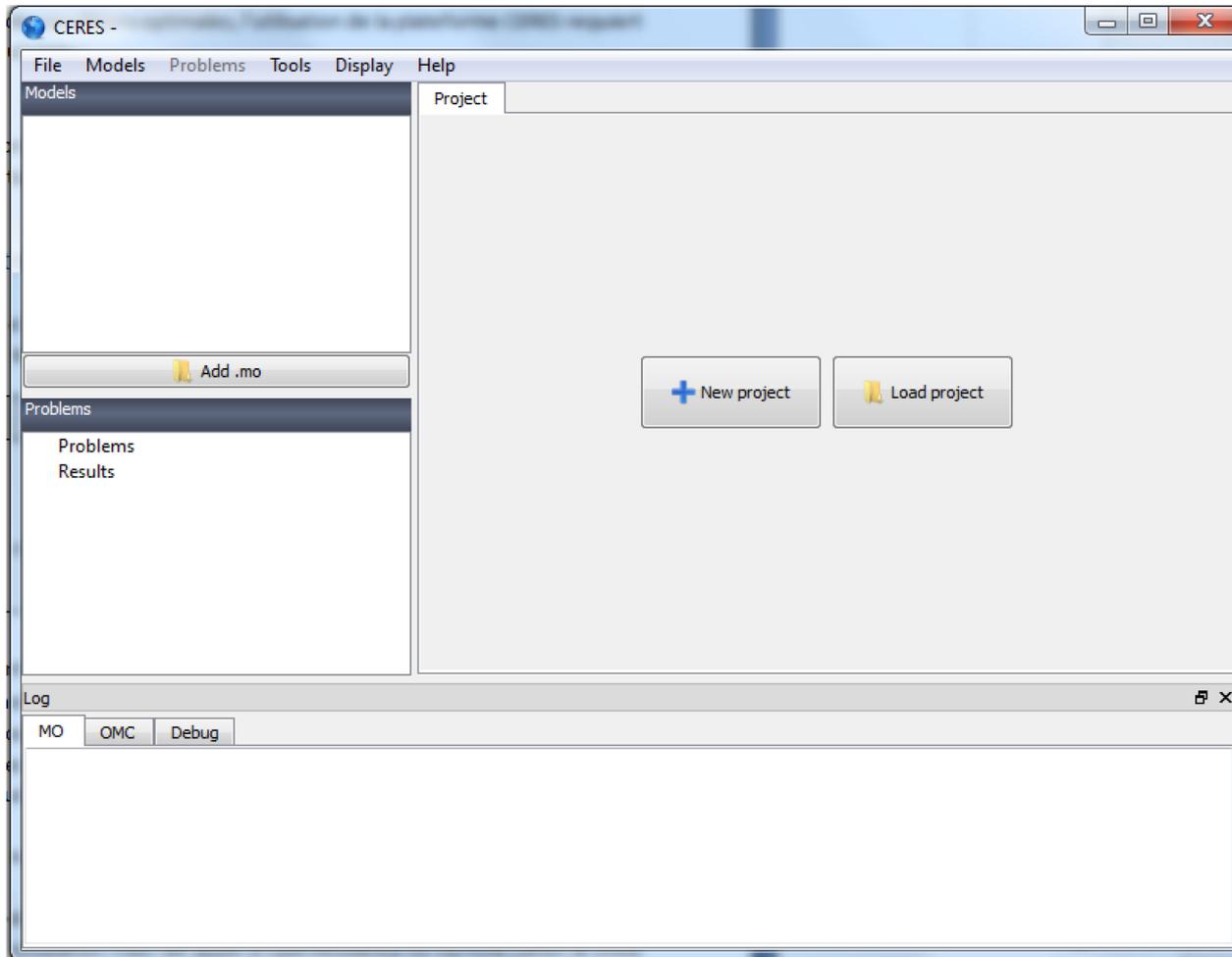
- Méthode du pincement : targeting et construction du réseau d'échangeurs
- Analyse exergetique

Optimisation mathématique

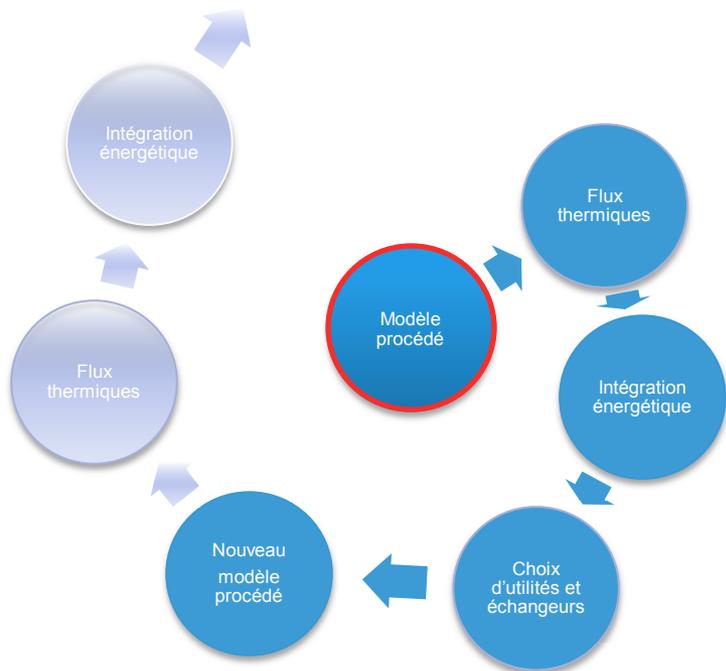
- Méthodes métaheuristiques

- ▶ La méthodologie développée repose sur :
 - Une modélisation des opérations unitaires de procédé
 - Une pré-sélection des utilités sur des critères exergetiques
 - La méthode du pincement (sélection de technologies de valorisation et réseau d'échangeurs)
 - La construction du réseau d'échangeurs

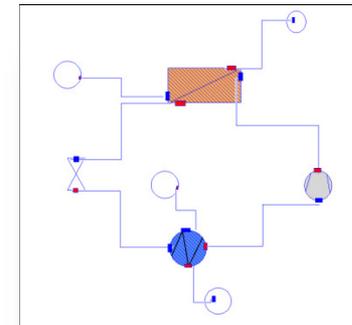
La plateforme CERES



La plateforme CERES



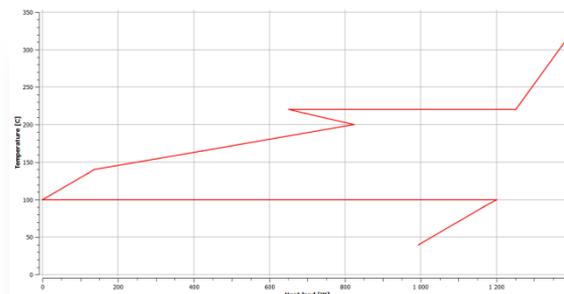
◆ Etape préliminaire



◆ Etape 1 : Identification des flux chauds et froids du procédé

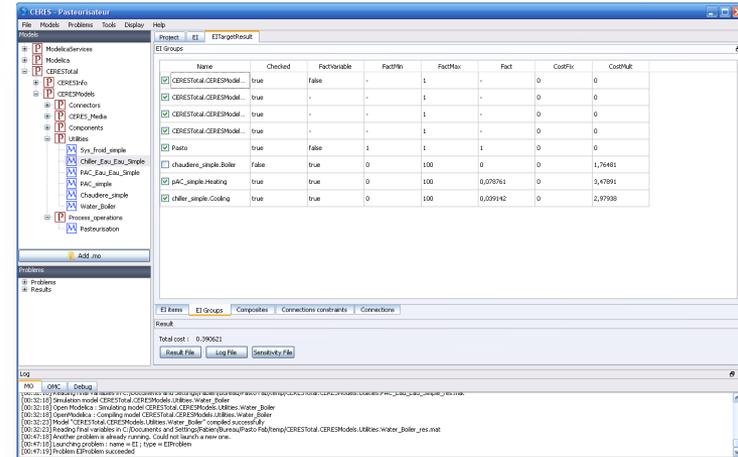
Name	Tin	[Tin]	Tout	[Tout]	Qflow	[Qflow]
<ul style="list-style-type: none"> ✓ CERESTotal.CERESModels.Process_operations.Pasteurisation <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pasto <ul style="list-style-type: none"> ✓ F2 348.15 K 278.15 K 165398 W ✓ F1 278.15 K 348.15 K 165398 W ✓ CERESTotal.CERESModels.Utilities.Water_Boiler <ul style="list-style-type: none"> ☐ chaudiere_simple.Boiler <ul style="list-style-type: none"> ☐ chaudiere_simple.C_FC 375.112 K 363.15 K 50000 W ✓ CERESTotal.CERESModels.Utilities.PAC_Eau_Eau_Simple <ul style="list-style-type: none"> ✓ pAC_simple.Heating <ul style="list-style-type: none"> ✓ pAC_simple.C_FC 362.93 K 358.15 K 120000 W ✓ pAC_simple.C_FF 272.544 K 278.15 K 70302.8 W ✓ CERESTotal.CERESModels.Utilities.Chiller_Eau_Eau_Simple <ul style="list-style-type: none"> ✓ chiller_simple.Cooling <ul style="list-style-type: none"> ✓ chiller_simple.C_FF 254.859 K 268.15 K 100000 W 						

◆ Etape 2 : Intégration énergétique



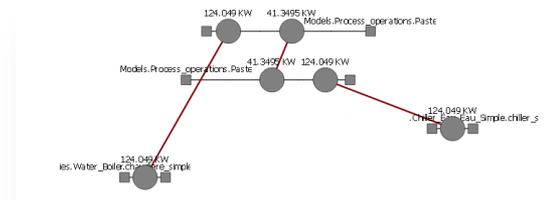
La plateforme CERES

◆ Etape 3 : Sélection des utilitaires (targeting)

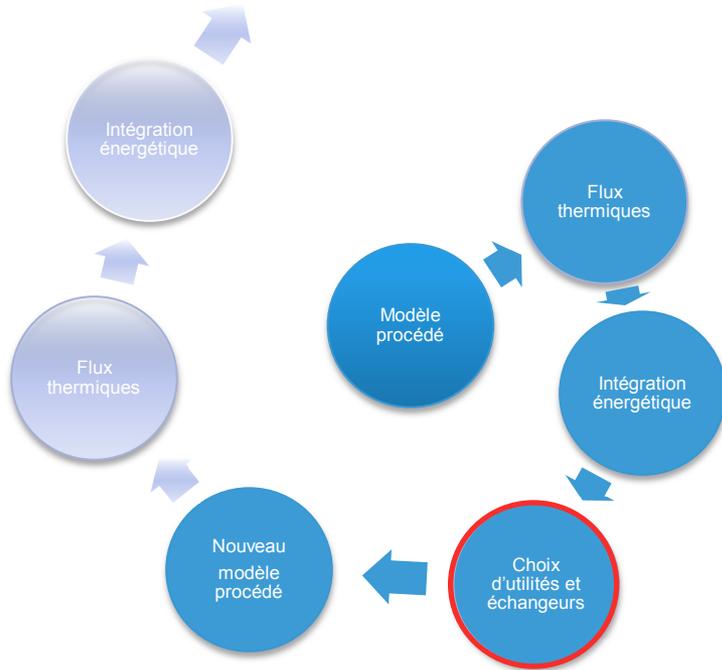


Name	Checked	FacMin	FacMax	Fact	CostFix	CostVar		
CERESTotal.CERESModel...	<input checked="" type="checkbox"/>	true	false	-	1	-	0	0
CERESTotal.CERESModel...	<input checked="" type="checkbox"/>	true	-	-	1	-	0	0
CERESTotal.CERESModel...	<input checked="" type="checkbox"/>	true	-	-	1	-	0	0
CERESTotal.CERESModel...	<input checked="" type="checkbox"/>	true	-	-	1	-	0	0
Pisto	<input checked="" type="checkbox"/>	true	false	1	1	1	0	0
chaudiere_simple.Boiler	<input type="checkbox"/>	false	true	0	100	0	0	1,76481
pac_simple.Heating	<input checked="" type="checkbox"/>	true	true	0	100	0,076761	0	3,47891
chiller_simple.Cooling	<input checked="" type="checkbox"/>	true	true	0	100	0,099142	0	2,97998

◆ Etape 4 : Construction du réseau d'échangeurs



◆ Etape 5 : Construction du nouveau système énergétique



Merci de votre attention



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE