



LGP2
agefpi



AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

CERES-2: Optimiser la récupération de chaleur dans les procédés industriels

Application industrielle: Intégration énergétique d'un site de production de papier

Allelign ZERU, Martine RUEFF – LGP2

Sandrine PELLOUX-PRAYER – EDF R&D

Jacques PIERUCCI - Arjowiggins

Le papier



Matériau avec des propriétés différentes selon l'application visée

- Matières premières fibreuses et adjuvants adaptés
- Configuration des circuits adaptée
- Ajustement des paramètres du procédé
- Principes généraux du procédé identiques

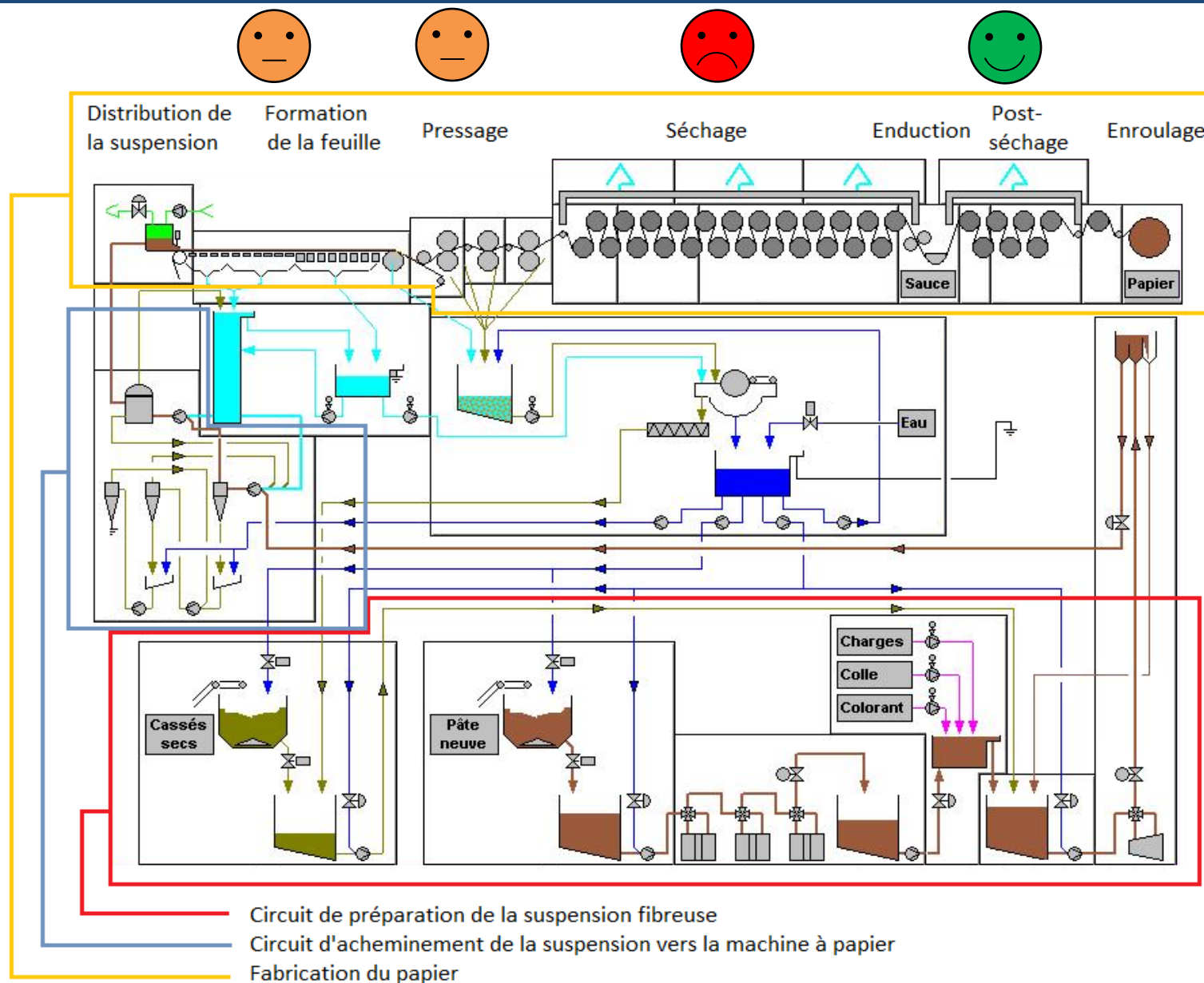
Un procédé énergivore

Sorte	Consommation d'énergie						Vapeur	
	Electricité (kWh/t)		Thermique (kWh/t)		Energie totale (kWh/t)		Consommation (kg/t)	
	Moy.	Cible	Moy.	Cible	Moy.	Cible	Moy.	Cible
Papier fin	441	386	1820	1552	2261	1938	2500	2000
Papier cannelure	386	331	1552	1284	1938	1615	1938	1375
Carton plat blanc	441	386	2143	1875	2584	2261	2500	2000
Carton plat	386	331	1552	1284	1938	1615	1950	1400
Papier kraft	386	331	1552	1284	1938	1615	1950	1400
Papier journal	386	331	1552	1284	1938	1615	1950	1400
Papier LWC	606	551	1493	1225	2099	1776	2250	1500

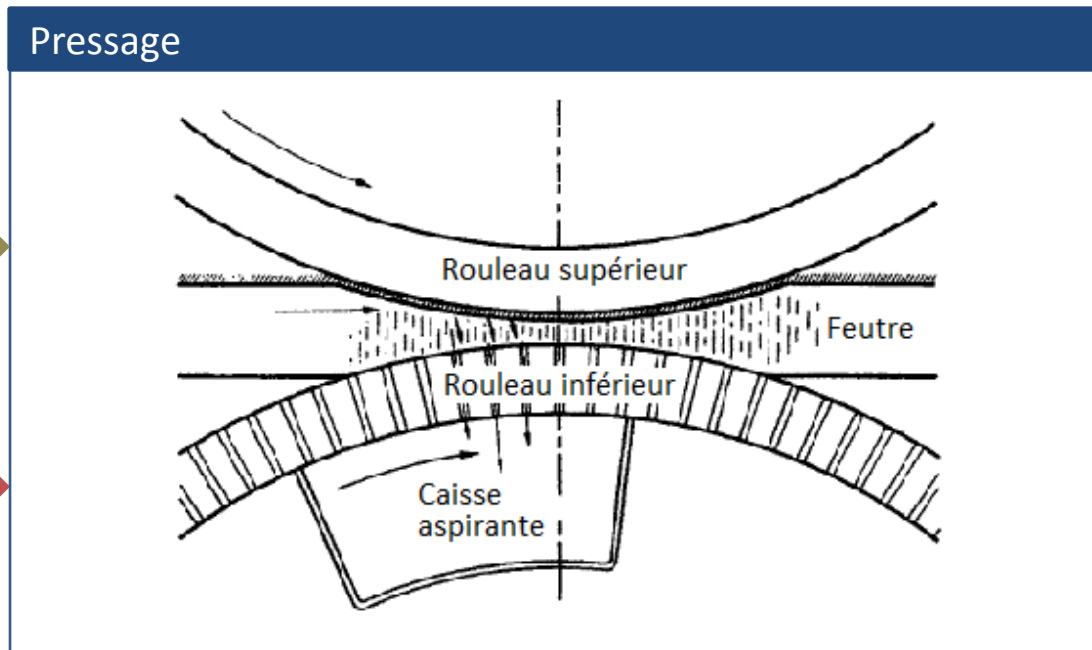
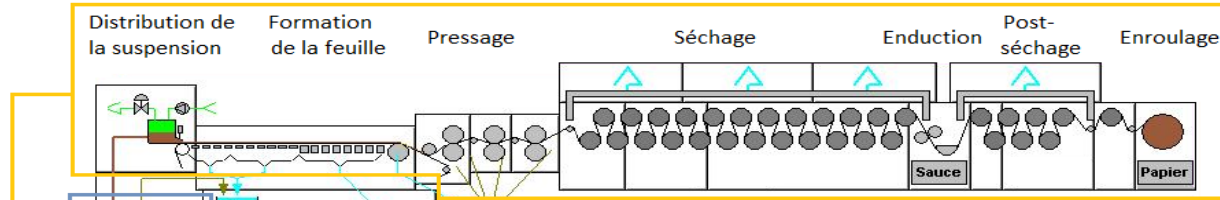
- 17%

Source : J. Perrault, *Guide d'économie dans l'exploitation des machines à papier* (2010)

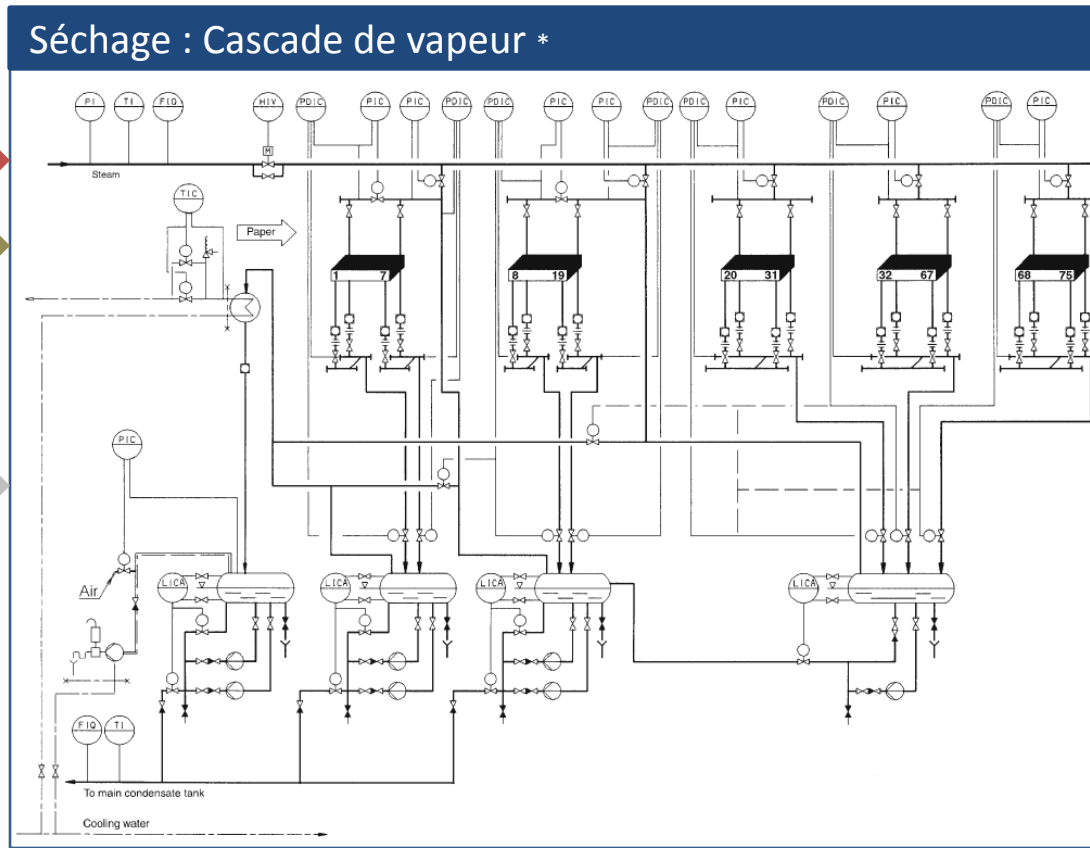
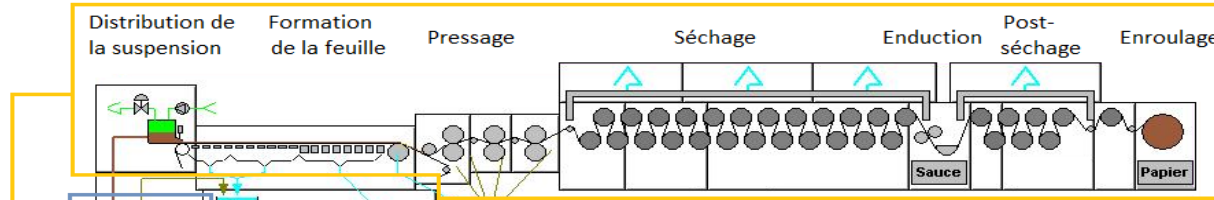
Ligne de fabrication du papier



Pressage: *Principe et échanges thermiques*



Séchage: Principe et échanges thermiques



Vapeur

Papier

Air

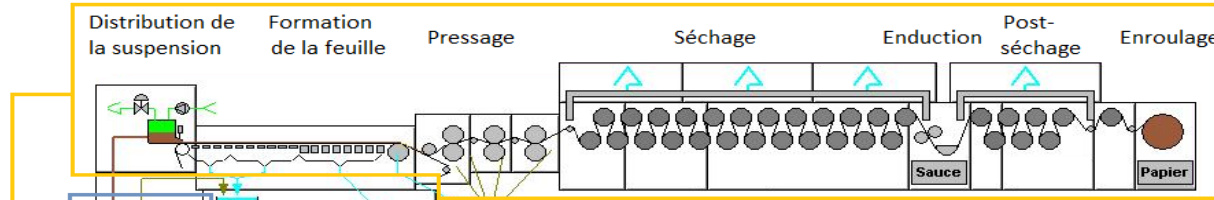
Condensats

Papier

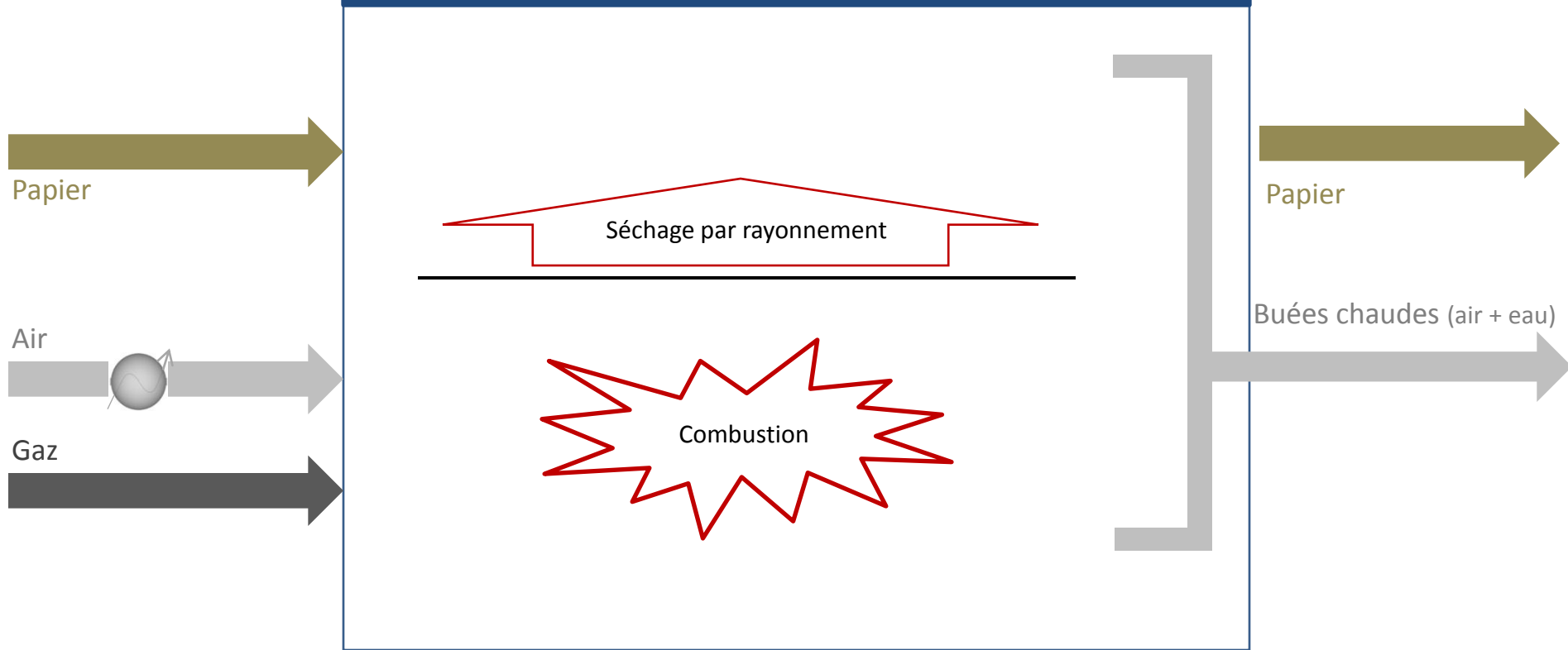
Buées chaudes (air + eau)

* Source : Papermaking science and technology, book 9: Papermaking part 2, Drying, chapter 10.

Enduction: *Principe et échanges thermiques*



Enduction et séchage infra rouge



Méthodologie de développement des modèles

- Constitution d'une base de données pour les matières premières prises en compte dans les flux (papetiers et utilités)
- Constitution d'une base de données « équipements »? Exemple : formation, séchage, pressage
- Modèles en régime permanent
Pas d'équation spatiale ni temporelle
- Simplifications :
 - Certains matériels ne sont pas représentés, ex. pompes, vannes : les débits sont imposés ou calculés.
 - Energie de pompage : besoin en électricité implémenté globalement, énergie dégradée sous forme de chaleur.

Papermaking process

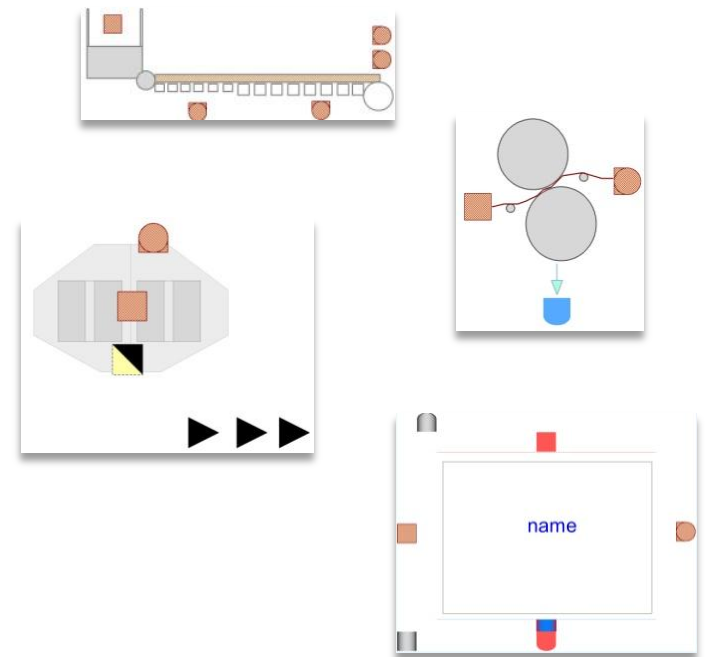
Information

Authors : LGP2
Date: 2012-2013
Framework: ANR CERES2 project

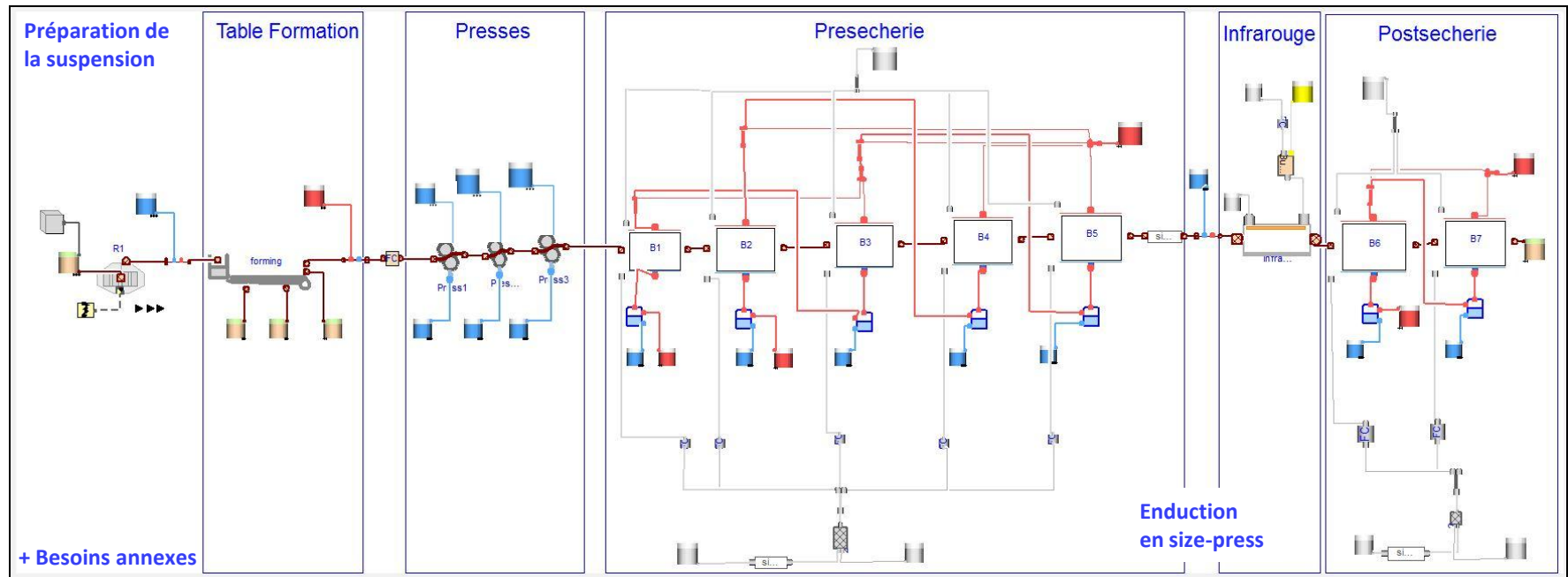
Package Content

Name	Description
Humidity	Relative humidity or moisture content of slurries
MolarEnthalpy	Enthalpy of 1 mole of chemical substance or mixture
HeatTransferCoefficient	Coefficient of heat transfer
Efficiency	Efficiency or yield
SpecificEnergy	Specific energy
Temp_amb=25	Ambient temperature in degC
Constituents	Properties of constituents and mathematical coefficients
Connectors	Transfer of input and output process stream variables
Parts	Equipments organised by types
Test_Units	Workshops (tests of unit operations)
Test_Process	Process

Name: Papermaking_LGP2
Path: Papermaking_LGP2
Filename: D:\CERES_LGP2_papier\Papermaking_LGP2.mo
Icon: Modelica (version="3.2")



Ligne de fabrication du papier et études de cas



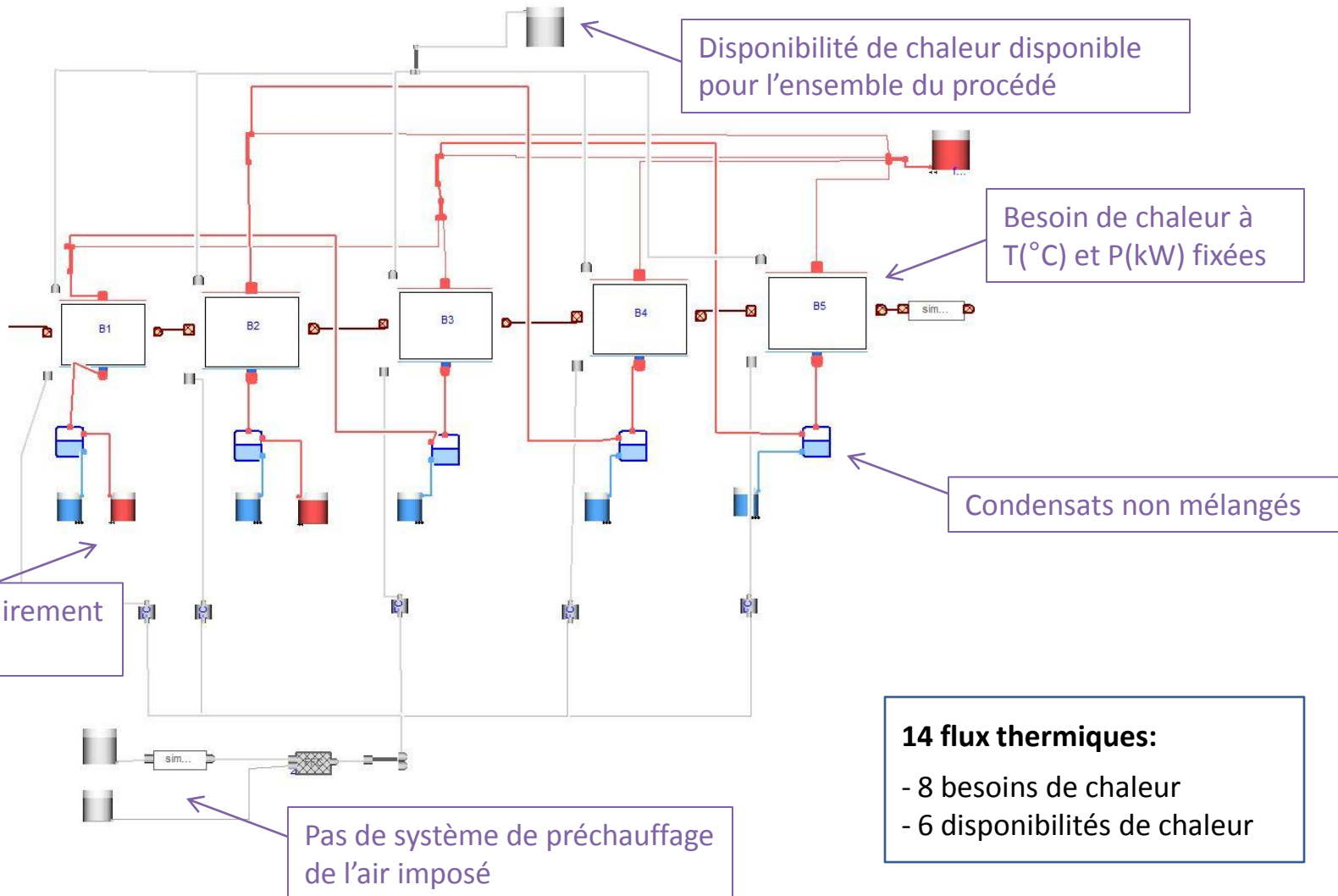
Usine modèle sans prise en compte des utilités

Deux axes d'études principaux:

- 1/ Dimensionnement des utilités et des échangeurs de chaleur afin d'optimiser la récupération de chaleur
- 2/ Optimisation des paramètres opératoires du procédé
Augmentation de la température de la feuille à l'entrée de la pré-sécherie par augmentation de la température d'eau de conditionnement des habillages de section presses.

Axe d'étude 1 : *Intégration énergétique*

- Quels niveaux de contraintes technologiques imposer pour la détermination des flux à étudier?

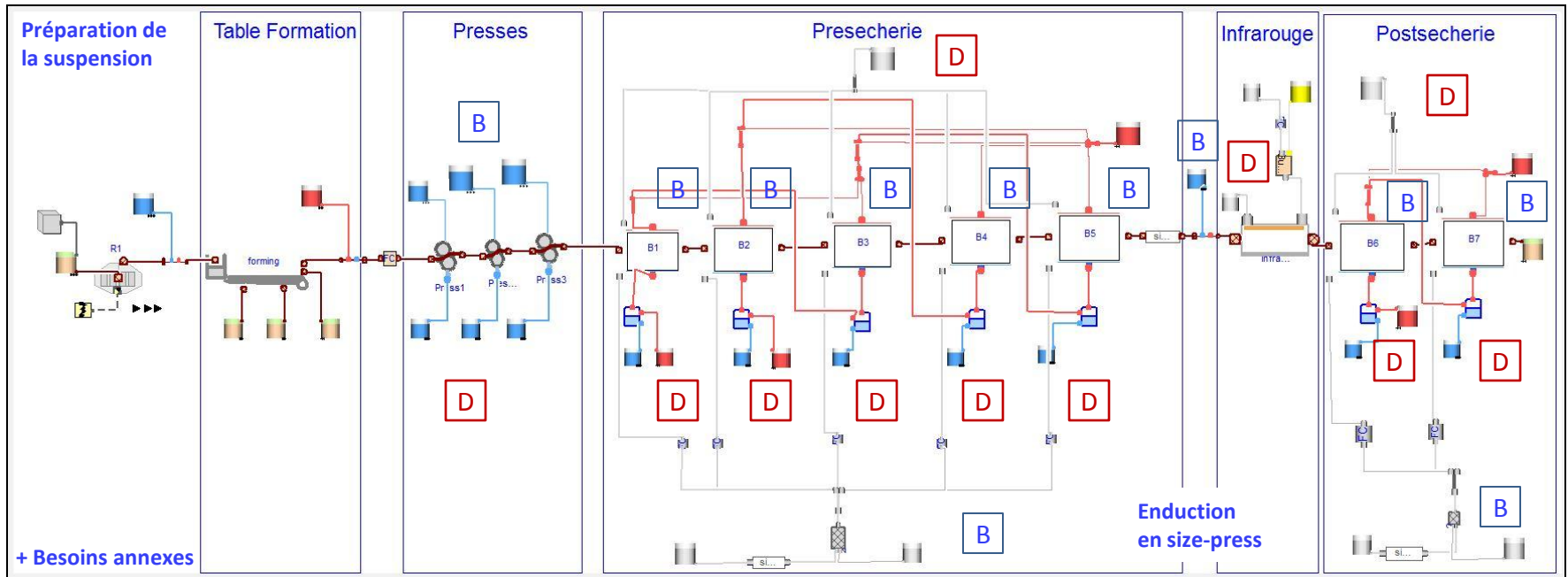


Flux thermiques sur l'ensemble de l'usine

- **27 flux thermiques:**

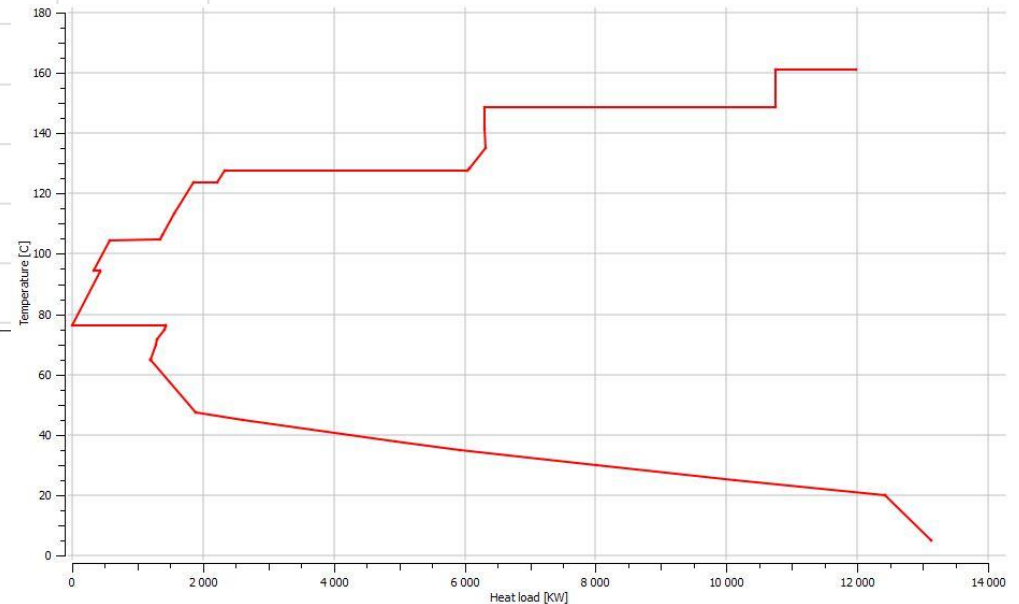
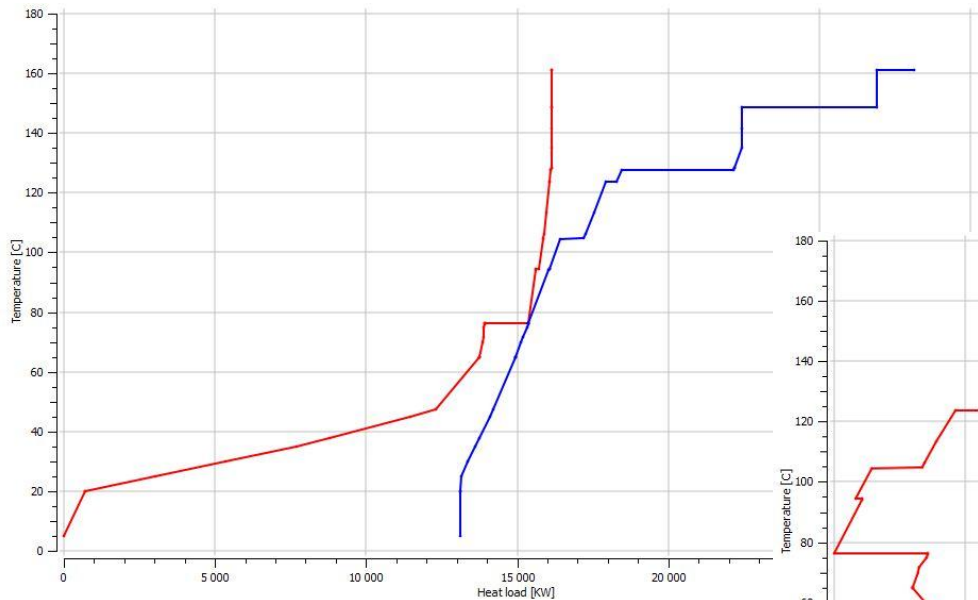
- 12 disponibilités de chaleur D

- 15 besoins de chaleur B



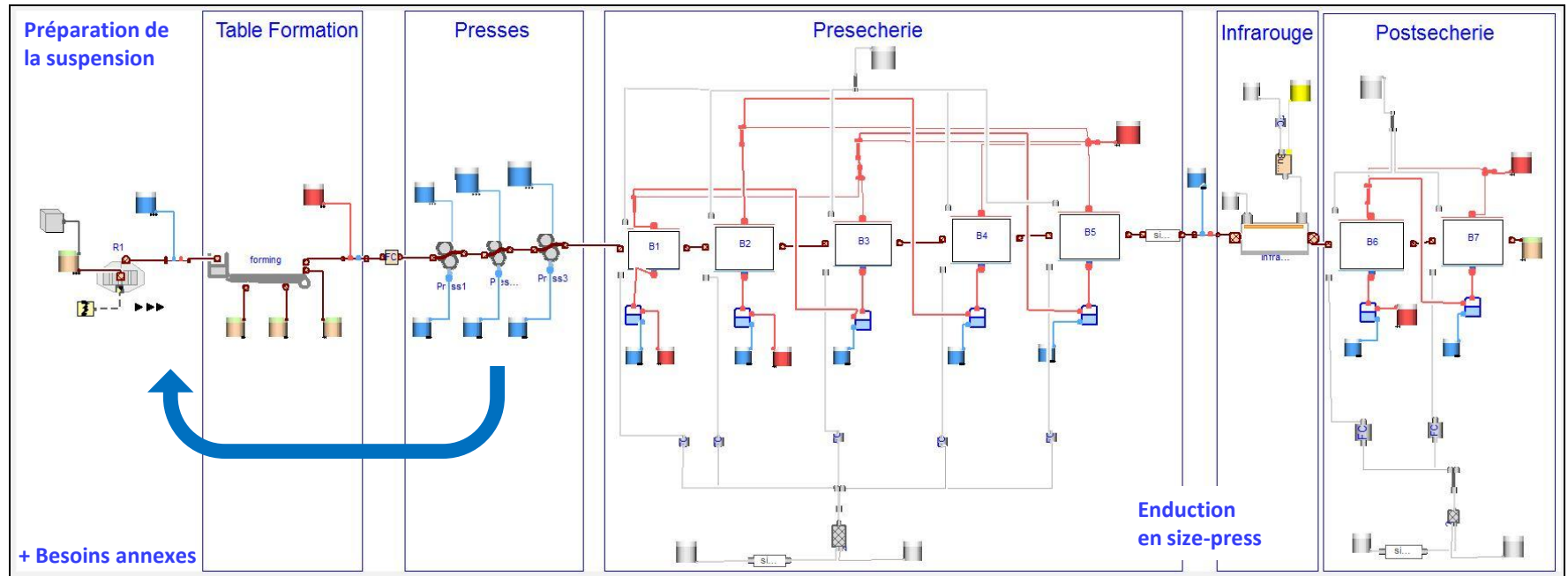
Tendances

- Des premières courbes obtenues à partir de valeurs à consolider



- Etude sur le potentiel d'intégration de pompes à chaleur

Axe d'étude 2 : *Optimisation de paramètres procédé*



Hausse de la température d'eau de conditionnement des feutres

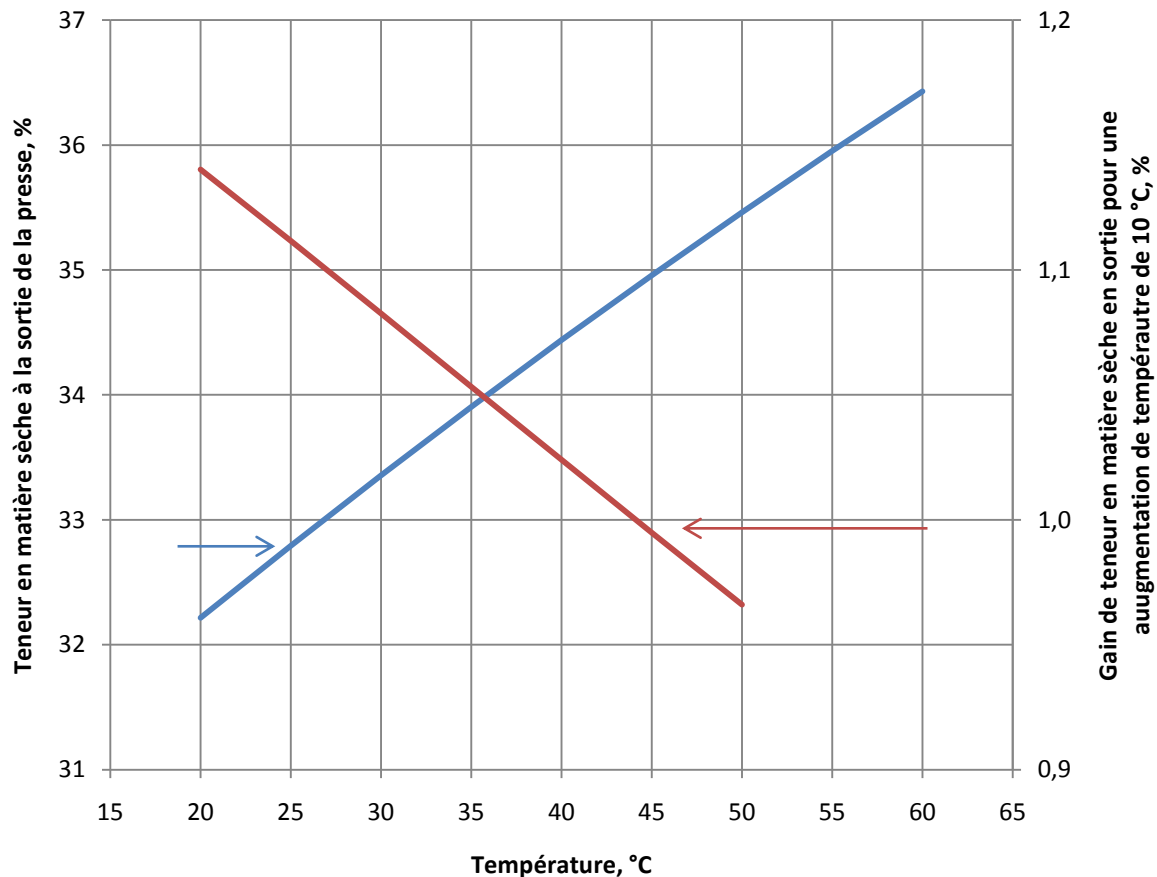
Hausse de la température du papier en sortie des presses

Baisse de la consommation de vapeur en présècherie

➡ Economies potentielles importantes sans investissements lourds

Utilisation de l'optimiseur de la plateforme CERES afin d'évaluer le potentiel économique et énergétique et l'impact sur l'ensemble de la récupération de chaleur du procédé

Effet de la température sur la déshydratation par pressage



Exemple de la 1^{re} presse

Teneur en matière sèche à l'entrée de la presse : 25 %