

Projet 41862 Contrat 82309

## **Installation de couplage chaleur/force au bois en application dans la Scierie Despond à Bulle**

# **Rapport d'exploitation 1<sup>er</sup> semestre 2002**



Préparé par

**P. Giordano, Xylowatt SA  
CH-1618 Châtel-St-Denis**

Sur mandat de

**L'office fédérale de l'énergie  
CH-3003 Berne**

**Octobre 2002**

# Rapport d'exploitation 1<sup>er</sup> semestre 2002

## Installation de couplage chaleur/force au bois en application dans la Scierie Despond à Bulle

### **Xylowatt SA**

rte des Pléiades 85  
1618 Châtel-St-Denis

Tel. ++41' 21' 948 86 61  
Fax ++41' 21' 948 79 73  
Email [info@xylowatt.ch](mailto:info@xylowatt.ch)  
Internet [www.xylowatt.ch](http://www.xylowatt.ch)

Ce document a été réalisé sur mandat de l'Office Fédérale de l'Energie. Son contenu et ses conclusions sont sous la seule responsabilité des auteurs.

### **Office Fédérale de l'Energie**

Worbentalstrasse 32,  
CH-3063 Ittigen  
Tel. ++41 31 322 56 11  
Fax ++4131 323 25 00  
Email [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch)  
<http://www.admin.ch/bfe>

### **Commande: ENET**

Egnacherstrasse 69 · CH-9320 Arbon  
Tel. ++41 71 440 02 55 ·  
Fax ++41 71 440 02 56  
Email [enet@temas.ch](mailto:enet@temas.ch)  
<http://www.energieforschung.ch> – <http://www.energie-schweiz.ch>

## TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. EVOLUTION DE L'INSTALLATION P&amp;D A BULLE .....</b>	<b>5</b>
2.1 Réacteur de gazéification .....	5
2.2 Traitement du gaz de bois .....	5
2.3 Traitement des eaux de lavage .....	6
2.4 Groupe moteur.....	6
<b>3. DESCRIPTION DE LA PERIODE D'EXPLOITATION .....</b>	<b>7</b>
3.1 Historique des tests .....	7
3.2 Descriptif d'une période de fonctionnement.....	8
<b>4. EXPERIENCE ET PROPOSITION D'ADAPTATION .....</b>	<b>11</b>
4.1 Réduction des particules.....	11
4.2 Récupération de chaleur .....	11
4.3 Séparation des hydrocarbures graisseux après le lavage du gaz.....	11
4.4 Traitement complémentaire de l'eau de lavage .....	12
4.5 Exploitation de l'installation.....	12
<b>5. CONCLUSION .....</b>	<b>13</b>

# 1. Introduction

L'installation de couplage chaleur force par gazéification du bois a été installée, durant le 2<sup>e</sup> semestre 2001, sur le site de la Scierie Despond à Bulle. Après la réalisation de mesures des performances et de la conformité des rejets (voir rapport d'avril 2002), une première période d'exploitation de l'installation a été effectuée de janvier à juin 2002.

Cette période a permis de démontrer :

- un degrés de finition important de l'ensemble de ses composants,
- un fonctionnement de manières automatiques,
- une sécurités d'exploitation (respect de normes Ex, contrôle à distance, arrêts d'urgence).

Cependant, cette période a également mis en avant un certain nombre d'éléments nécessitant des améliorations afin :

- de fiabilisé l'installation,
- d'augmenter ses performances,
- de permettre sont fonctionnement sur de longue durée,
- de garantir un entretien simple et maîtrisé au personnel de la scierie.

Le présent rapport décrit cette première période d'exploitation durant laquelle l'installation totalise 600 heures de fonctionnement du moteur et l'expérience acquise sur l'installation.

## 2. Evolution de l'installation P&D à Bulle

Cette première période d'exploitation a été une prise d'expérience et de mise au point de l'ensemble du procédé.

Afin de comprendre certaine problématique rencontrer durant cette première période d'exploitation, il est utile de décrire l'évolution de l'installation pilote et démonstration (P&D) de Bulle par rapport à l'installation recherche et développement (R&D) de Châtel-St-Denis.

En effet, La société Xylowatt s'est basée sur les travaux réalisés par le Centre de Compétence de Châtel-St-Denis (CCC) qui durant 5 ans a réalisé, avec le support financier de l'Office Fédéral de l'Energie (OFEN), un prototype industriel automatique, conforme aux normes et expérimenté sur plus de 2'000 heures.

### 2.1 Réacteur de gazéification

Si le système de chargement du réacteur est resté identique (silo à bois de 6 m<sup>3</sup>, vis d'Archimède et clapet de chute combustible), le réacteur de Bulle est un élément complètement nouveau.

Basé sur un design similaire, le nouveau réacteur dispose au niveau de sa zone de combustion/gazéification d'une isolation céramique et d'une couche en béton réfractaire nettement plus importante, comparable aux chaudières à bois.

Une autre différence se situe au niveau de l'extraction des cendres; alors que ces dernières tombaient préalablement dans un bac d'eau avant d'être évacuée par une vis sans fin, l'installation de Bulle dispose d'un cendrier sans eau avec une vis sans fin et deux vannes guillotines créant ainsi un sas étanche pour l'évacuation des cendres.

Comme sur le réacteur de Châtel-St-Denis, un cyclone est installé à la sortie des gaz. Ce dernier a cependant du être rectifié en avril 2002 pour améliorer son efficacité.

### 2.2 Traitement du gaz de bois

Les différents équipement de traitement du gaz de bois utilisé et expérimenté sur le site de Châtel-St-Denis ont été repris pour l'installation de Bulle avec les modifications et/ou adaptations suivantes :

- **L'échangeur de chaleur** tubulaire destiné au refroidissement des gaz de bois brut sortant du réacteur, a été complété d'un dispositif de préchauffage avant le démarrage de l'installation.

- **Les colonnes de lavages** ont du être reconstruite pour améliorer le fonctionnement. Elle ont été complété en avril 2002 d'une 3<sup>e</sup> colonne de lavage utilisant un circuit d'eau froide séparé.
- **le filtre de sable** placé à la sortie des colonnes de lavage est resté identique, le dispositif de nettoyage du sable avec de l'eau a été maintenu.
- Un nouveau type de **ventilateur d'aspiration des gaz** permettant d'obtenir des plus haute variation de pression (environ 150 mbar) a été initialement installé. Cependant ce dernier a du être rapidement abandonné et le ventilateur centrifuge utilisé à Châtel-St-Denis a du être réinstallé.
- Pour l'installation de Bulle, **un filtre** permettant d'installer **6 cartouches en papier** plissé a été construit. Il s'agit des mêmes type de cartouches utilisées sur l'installation de Châtel-St-Denis.

### 2.3 Traitement des eaux de lavage

Le principe de traitement de l'eau de lavage des gaz est identique au procédé expérimenté à Châtel-St-Denis (décanteur, cuve de floculation, échangeur de chaleur). Cependant, alors que les cuves d'eau (décanteur et cuve tampon) étaient ouverte et située à l'extérieur. Sur le site de Bulle, toute les cuves sont fermées et confinées sous les équipements de traitement du gaz.

### 2.4 Groupe moteur

Le groupe moteur testé durant 1'200 heures à été réinstallée tel quel sur le site de Bulle. Un échangeur de chaleur a été installé sur les gaz d'échappements.

### 3. Description de la période d'exploitation

#### 3.1 Historique des tests

Le tableau ci-dessous décrit l'ensemble de heures effectuée durant le premier semestre 2002. Il s'agit de deux périodes de 350 et 250 heures, la première du 14 janvier au 15 mars et la deuxième du 16 avril au 21 juin. Sont également indiqués les maintenances et modifications réalisées sur l'installation durant cette période.

Mois	Sem.	Heures	Maintenance - nettoyage	Modification
Janvier	1			
	2			
	3	33 h	Echangeur	
	4	41 h		
	5	24 h	échangeur / ventilateur	
Février	6	42 h		
	7	87 h		
	8	25 h	échangeur	
	9	48 h		
Mars	10	30 h	échangeur / mélangeur	
	11	24 h		Installation 3 <sup>e</sup> colonne de lavage
	12			
	13			
Avril	14		échangeur / ventilateur / f. papier	Modification du cyclone
	15	13 h		By-pass filtre de sable
	16	13 h		
	17	49 h	f. sable / mélangeur	
	18	8 h	f. papier	
Mai	19	44 h		
	20	3 h		
	21	37 h	échangeur	
	22	21 h		
Juin	23	19 h	conduite après échangeur	
	24	34 h		
	25	5 h	échangeur / ventilateur / f. papier	
	26		cuve d'eau de lavage	
TOTAL		600 h		

Ces périodes ont été ponctuées de nombreux arrêts d'urgences du essentiellement à des pertes de charges trop élevées au travers des différents organes de traitement du gaz de bois. Un certain nombre d'arrêts d'urgence ont été également dus à des capteurs d'alarme mal ajustés ou déficients.

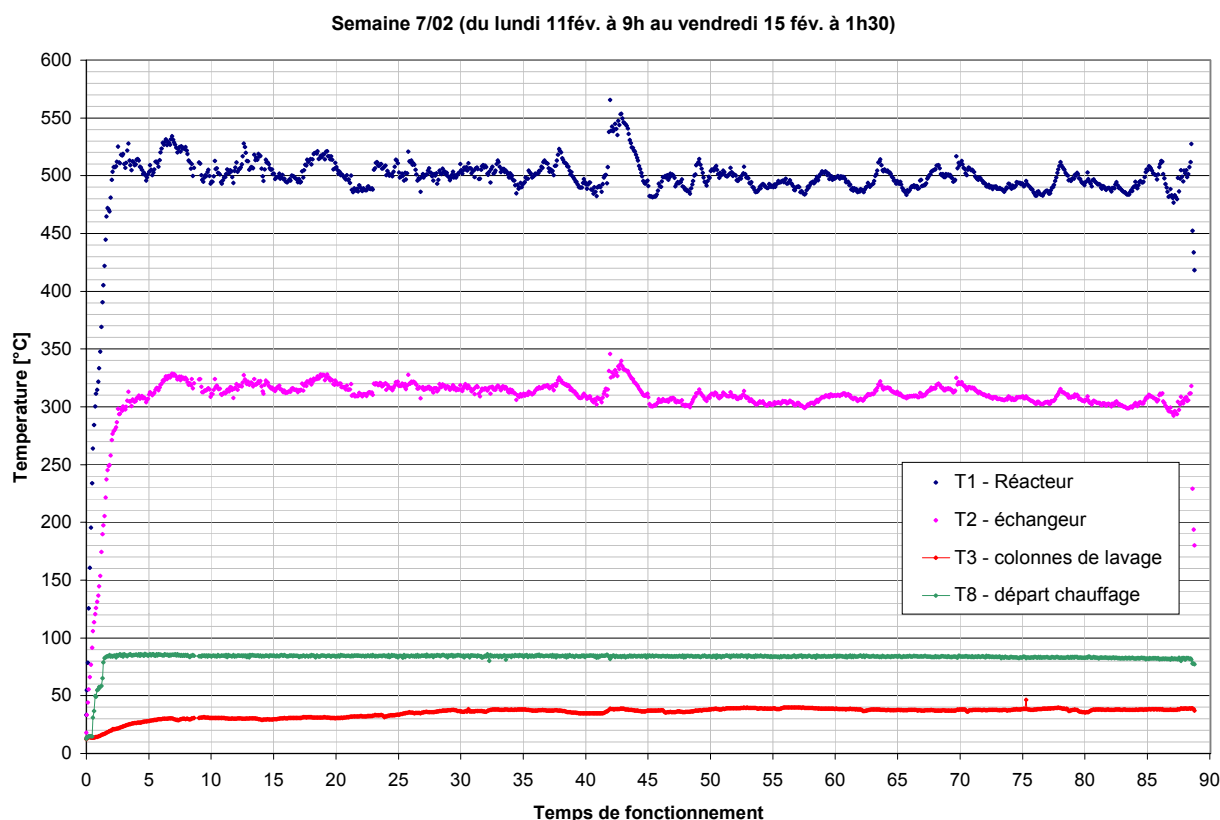
### 3.2 Descriptif d'une période de fonctionnement

La période de fonctionnement présentée ci-après s'est déroulée du 11 au 15 février 2002. Elle est représentative d'un fonctionnement de l'installation.

#### 3.2.1 Evolution des températures

Le tableau ci-après décrit l'évolution des températures :

- T1 gaz de bois à la sortie du réacteur (après l'échangeur interne du réacteur)
- T2 gaz de bois après l'échangeur eau de chauffage/gaz de bois
- T3 gaz de bois après le lavage et la filtration sur lit de sable
- T8 eau de chauffage



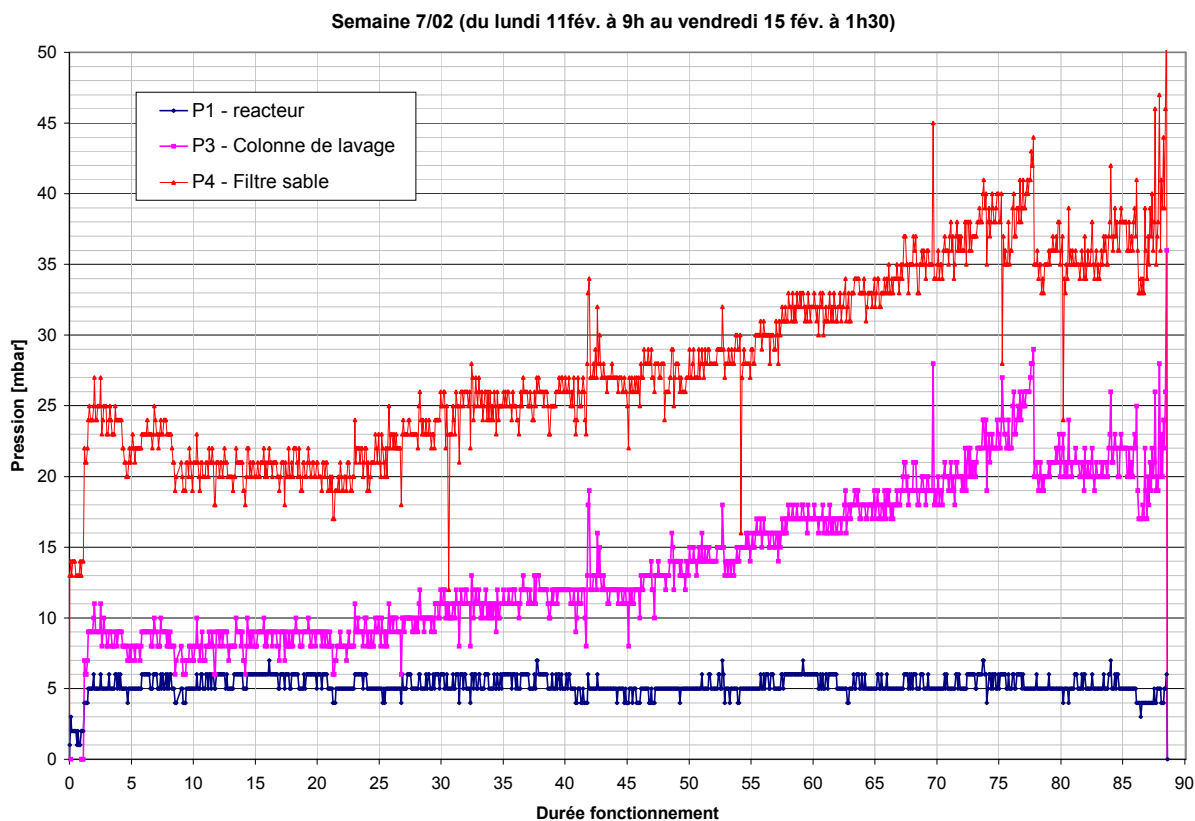
Les températures du système sont stables et n'évoluent pas sur la durée de fonctionnement. Cette évolution s'est confirmée sur l'ensemble des périodes de fonctionnement effectuées.



### 3.2.2 Evolution des pressions

Le tableau ci-après décrit l'évolution des pressions :

- P1 gaz de bois à la sortie du réacteur (après l'échangeur interne du réacteur)
- P3 gaz de bois après l'échangeur et les colonnes de lavage
- P4 gaz de bois après la filtration sur lit de sable



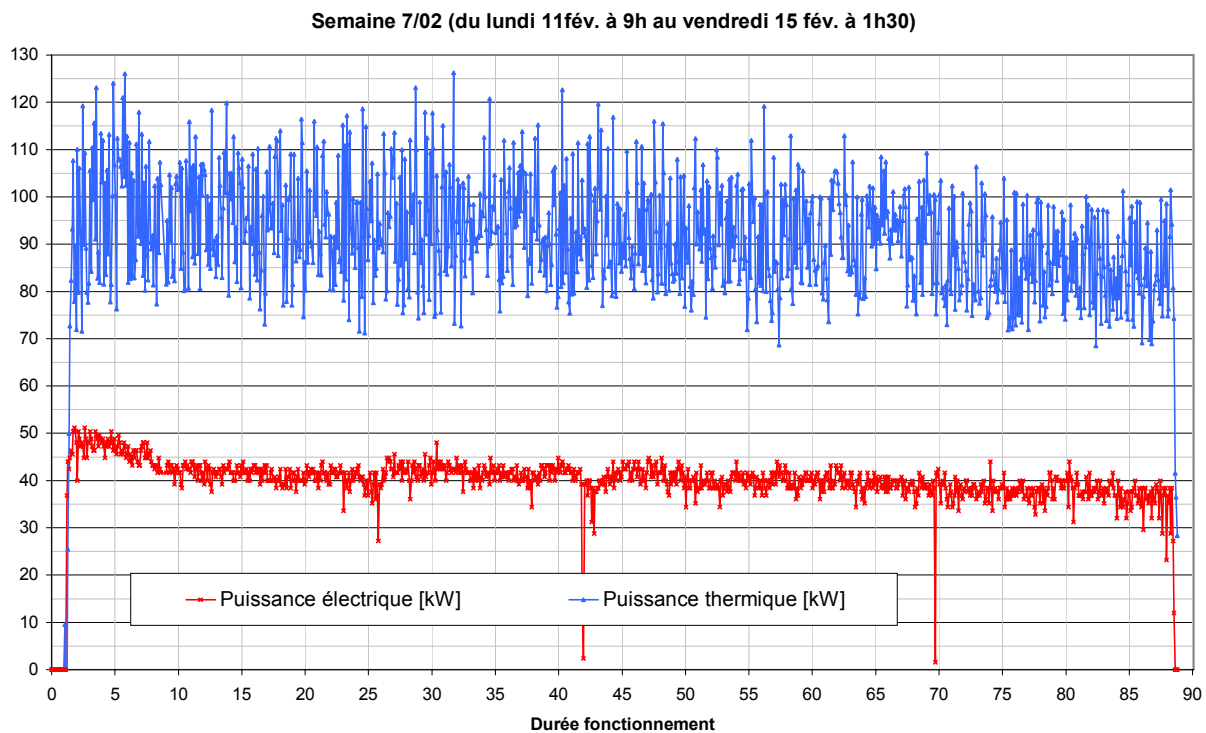
La pression du gaz à la sortie du réacteur est stable et n'évolue pas sur la durée de fonctionnement. Cette évolution s'est confirmée sur l'ensemble des périodes de fonctionnement effectuées.

La pression du gaz après l'échangeur et les colonnes de lavage est stable mais augmente progressivement d'environ 0.3 mbar par heure. Cette augmentation atteint finalement une valeur limite provoquant un arrêt d'urgence.

### 3.2.3 Evolution des puissances

Le tableau ci-après décrit l'évolution des puissances :

- La puissance électrique produite par le moteur à gaz couplé à un génératrice
- La puissance thermique produite par récupération de chaleur sur le moteur à gaz, les gaz d'échappement et le gaz de bois à la sortie du réacteur.



Ces puissances diminuent avec le temps. Cette réduction est provoquée par l'augmentation des pertes de charges au travers de l'installation de traitement du gaz.

## 4. Expérience et proposition d'adaptation

### 4.1 Réduction des particules

Problématique: Le cyclonage actuel du gaz à la sortie du réacteur ne permet pas un abaissement suffisant du taux de particules; contrairement à l'expérience acquise sur l'installation de recherche (à Châtel-St-Denis). Les conséquences sont un dépôt important des particules dans l'échangeur de chaleur, une surcharge des colonnes de lavages avec une diminution de l'efficacité sur les fines particules et finalement une quantité importante de boue dans les cuves d'eau de lavage.

Adaptation/Démarche: Ce taux de particules après le cyclone doit être déterminé par des échantillonnages du gaz au travers de filtre de mesure (il pourront ainsi être comparé au résultats obtenus à Châtel-St-Denis). Sur la base de ces mesures, un élément complémentaire adéquat serait à installer. Parmi les options, sont à évaluer : un 2<sup>e</sup> cyclone, un séparateur par roue tournante, un filtre céramique.

### 4.2 Récupération de chaleur

Problématique: L'échangeur de chaleur à la sortie du réacteur ne permet pas d'abaisser la température du gaz en dessous de 300°C. Bien qu'il n'y a pas de dépôt de goudrons dans l'échangeur, le dépôt de particule est rapide avec des pertes de charge importante après 80 heures de fonctionnement.

Adaptation/Démarche: L'échangeur doit être redimensionné en se basant sur l'expérience actuelle et être pourvu d'un système de nettoyage. Parmi les options, sont à évaluer: un mécanisme de raclage, un système d'injection de gaz d'échappement comprimé, un by-pass permettant le ramonage en fonctionnement.

### 4.3 Séparation des hydrocarbures graisseux après le lavage du gaz

Problématique: Le lavage du gaz à pour effet de réduire les particules et les éléments condensables; parmi eux des hydrocarbures graisseux. Ces éléments combinés avec les fines particules et les vapeurs d'eau sont doublement problématique. Soit, ils sont séparés dans l'eau et restent à la surface des cuves de récupération de l'eau de lavage. Soit ils sont entraînés dans le gaz et sont assimilables à des aérosols.

Dans le gaz, ces aérosols sont capturés de manière insuffisante dans le filtre de sable. En conséquence une partie est séparée dans le ventilateur (effet centrifuge), une partie colle les pores du filtre de papier et, au contact avec l'air de combustion, une partie condense sur les paroi du mélangeur.

Adaptation/Démarche: La gestion des aérosols dans le gaz à basse température n'est pas maîtrisé sur le long terme. Le filtre de sable est limité dans son efficacité et

nécessite un changement régulier du sable (les essais de lavage en continu n'ont pas été concluants). Le filtre en papier n'est pas un médium adéquat pour la filtration d'éléments gras. Des essais préliminaires avec une 3<sup>e</sup> colonne de lavage utilisant un circuit séparé d'eau très froide a montré une efficacité très intéressante. L'objectif est donc de supprimer les filtres de sable et de papier pour les remplacer par la 3<sup>e</sup> colonne de lavage et compléter par un séparateur de gouttelettes et un filtre en matériaux lavable dont les pores ne boucheraient pas rapidement. Des adaptations sur les conduites de la ligne de gaz jusqu'au moteur sont également à effectuer afin d'éviter les dépôts ou le cas échéant d'en faciliter le nettoyage.

#### 4.4 Traitement complémentaire de l'eau de lavage

Problématique: Les équipements de traitement de l'eau de lavage souffrent de trois problèmes :

- le taux de phénols contenu dans l'eau reste très importants, contrairement à l'expérience acquise sur l'installation de recherche à Châtel-St-Denis. Ceci s'explique peut être par une configuration différente avec des cuves d'eau extérieur et ouvertes permettant une évaporation et/ou une dégradation biologique.
- Des hydrocarbures gras s'accumulent à la surface du décanteur et de la cuve de réception de l'eau de la 3<sup>e</sup> colonne de lavage.
- les boues ne sont pas complètement évacuées dans le sac filtrant, il y a une accumulation des boues dans le système et l'eau en contact avec le gaz devient progressivement boueuse.

Adaptation/Démarche: Une série de test laboratoire est à réaliser afin de déterminer le traitement physico-chimique adéquat pour réduire les phénols et les hydrocarbures gras. Pour les phénols un traitement avec de l'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) sera privilégié, la procédure reste à être définie (catalyseur liquide, contrôle du PH). Pour les hydrocarbures gras des flocculants liquide seront employés, l'objectif étant de pouvoir les utiliser en continu sur la ligne principale de l'eau sans en perturber le fonctionnement.

#### 4.5 Exploitation de l'installation

Problématique: Les nombreux problèmes survenus sur l'installation durant sa première période d'exploitation n'a pas permis au personnel de la scierie d'effectuer la surveillance et l'entretien comme prévu.

Adaptation/Démarche: Il est nécessaire d'améliorer l'automatisation de l'installation : en permettant un réglage aisé de tous les paramètres de l'installation (via l'automate) et en informant (toujours au travers de l'automate) les utilisateurs de problèmes de fonctionnement.

## 5. Conclusion

La première période d'exploitation de l'installation de démonstration a montré que si l'installation disposait d'un degré de finition intéressant, des adaptations étaient nécessaires pour permettre une exploitation sur le long terme.

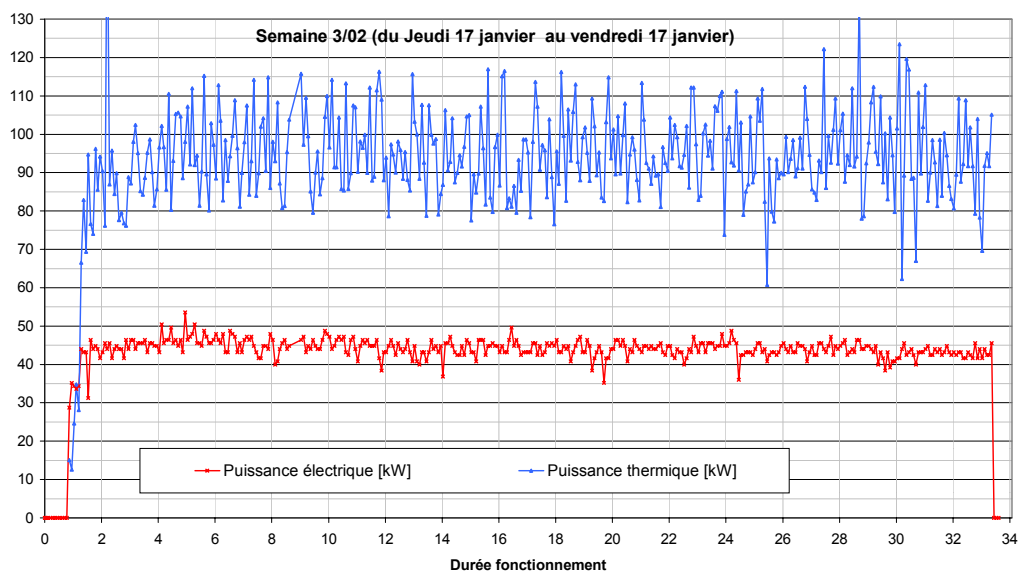
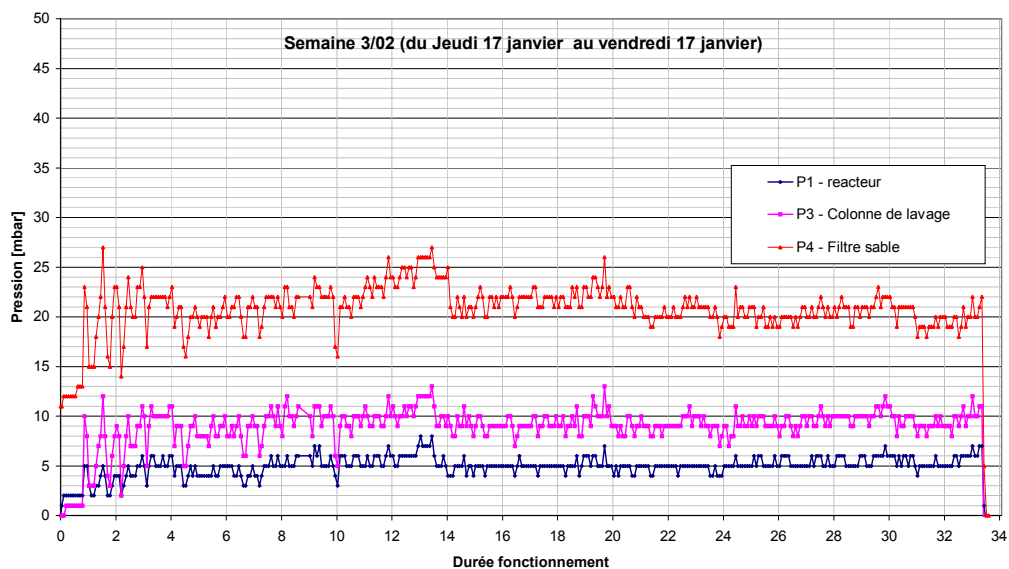
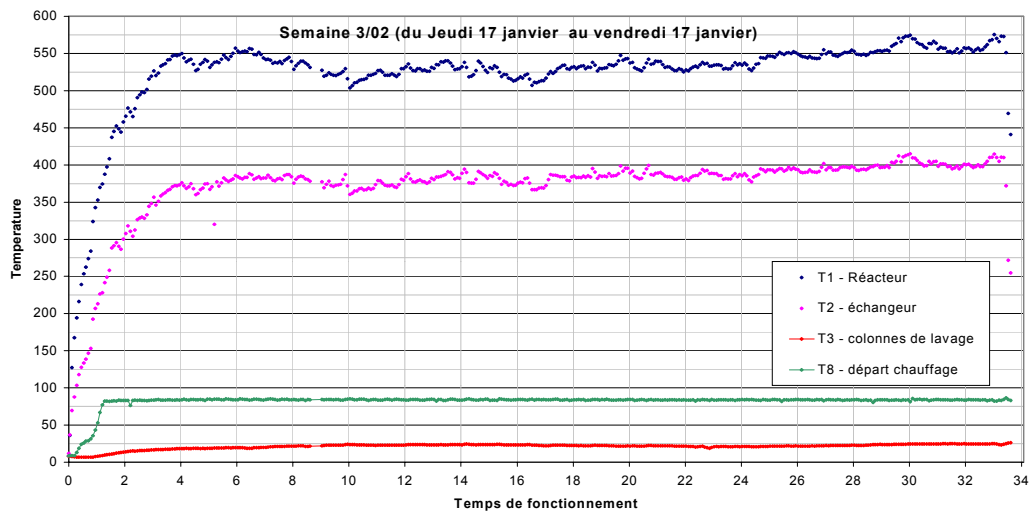
L'objectif de la prochaine année d'exploitation est d'effectuer un nouveau programme de recherche et développement avec le soutien de l'OFEN afin d'améliorer les points suivants :

- Réduction des particules à haute température.
- Réduction des aérosols à basse température
- Réduction de la charge polluante (phénols) dans l'eau de lavage.
- Amélioration des contrôles de l'évolution des paramètres de fonctionnement de l'installation

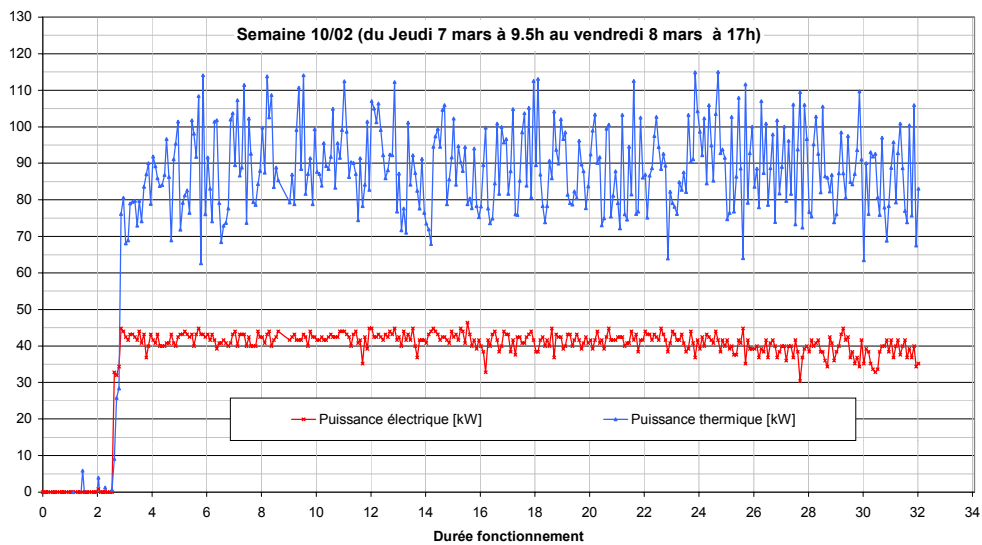
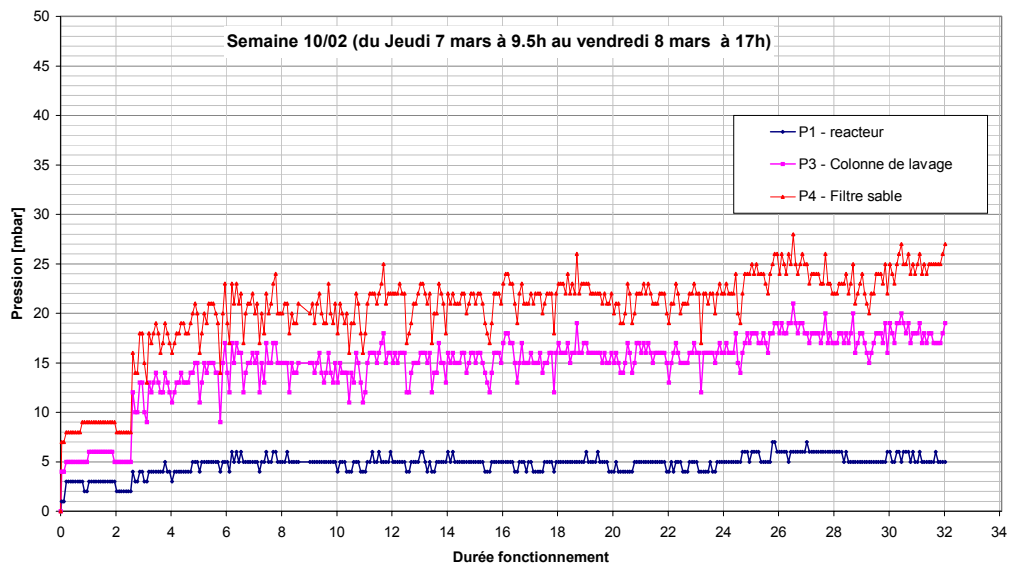
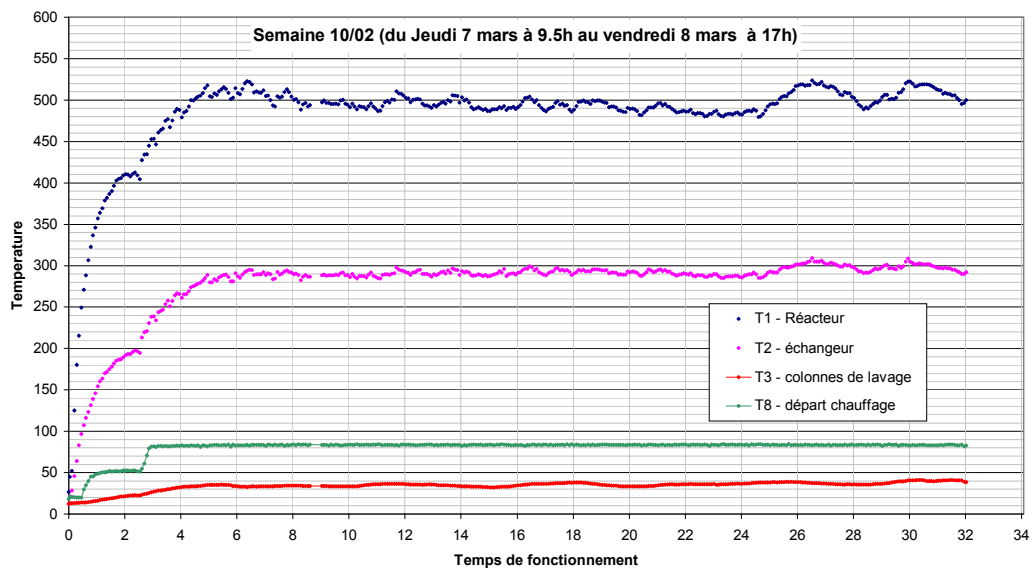
## **Annexes : Quelques périodes de fonctionnement**

1. Semaine n°3            33 h
2. Semaine n°10        32 h
3. Semaine n°19        45 h
4. Semaine n°4           31 h

**1. Semaine n°3 33 h**

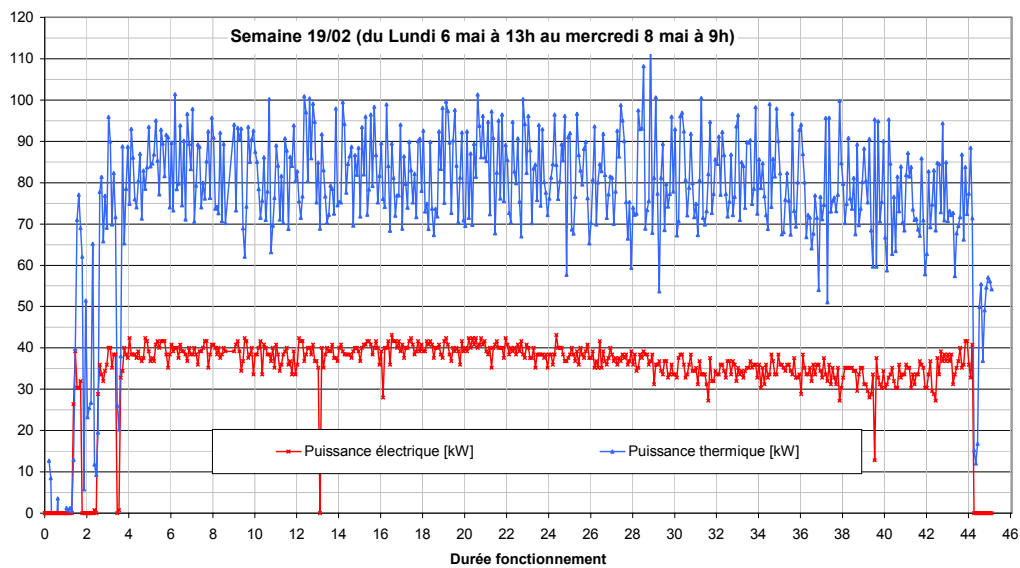
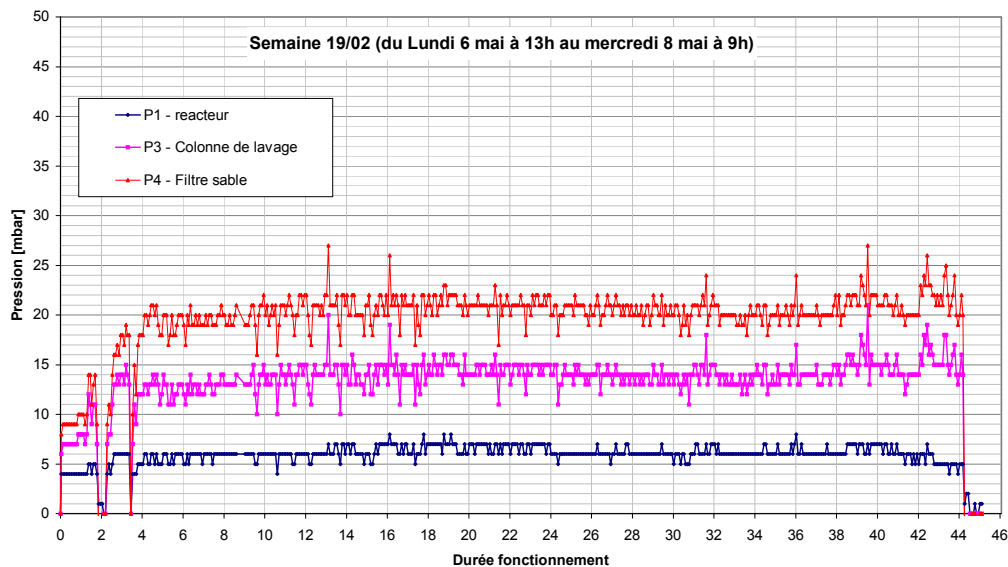
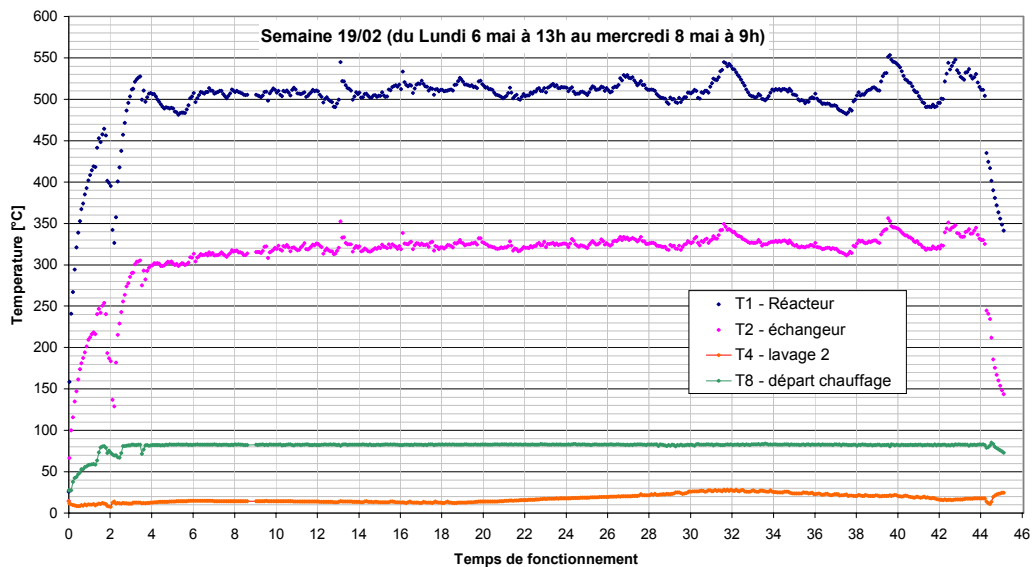


## 2. Semaine n°10 32 h





3. Semaine n°19 45 h



4. Semaine n°4 32 h

