

Retour d'expérience sur les réseaux de chaleur de moyenne puissance alimentés au bois

Bernard Matthey

Dr ès Sciences

*Bernard Matthey Ingénieurs-Conseils S.A.,
2037 Montezillon (NE)*

Séverine Scalia

Ingénieur-civil diplômée

AJS Ingénieurs-civils S.A., 2000 Neuchâtel

CUEPE - Genève, le 12 novembre 2009



CREATION D'UNE CHAUFFERIE A BOIS AVEC RESEAU A DISTANCE

Tableau 4 Ressources en bois de feu de la commune de Valangin (forêts dont la Commune est propriétaire) ¹⁾

Données : Exploitation moyenne de produits ligneux 1998-2007 correspondant à un prélèvement, préservant la réserve.

▪ Grumes de résineux de bonne qualité		506	m ³ /an	62 %
▪ Grumes de résineux de qualité inférieure		69	m ³ /an	8 %
▪ Grumes de feuillus de bonne qualité		29	m ³ /an	4 %
▪ Grumes de feuillus de qualité inférieure		31	m ³ /an	4 %
▪ Bois d'industrie résineux		65	stères/an	--
	soit	48	m ³ /an	6 %
▪ Bois d'industrie feuillu		8	stères/an	--
	soit	5	m ³ /an	1 %
▪ Bois de feu résineux		~ 0	stères/an	--
▪ Bois de feu feuillu		119	stères/an	--
	soit	78	m ³ /an	11 %
▪ Bois décheté pour chauffage résineux		36	stères/an	--
	soit	27	m ³ /an	4 %
▪ Bois décheté pour chauffage feuillu		40	stères/an	
	soit	26	m ³ /an	
Total exploité en m³	résineux	650	m ³ /an	79 %
	feuillu	169	m ³ /an	21 %
	total	819	m ³ /an	100 %

Soit en équivalent plaquettes forestières

2'100 m³pl/an

©BMICSA

Tableau 4 (Suite)

Total raisonnablement exploitable pour bois de feu de déchetage :

Grumes de résineux qualité inférieure	50	%	soit	35 m ³ /an
Grumes de feuillus qualité inférieure	50	%	soit	24 m ³ /an
Bois d'Industrie feuillu	100	%	soit	5 m ³ /an
Feu feuillu	100	%	soit	78 m ³ /an
Décheté résineux	100	%	soit	27 m ³ /an
Décheté feuillu	100	%	soit	26 m ³ /an
Total				195 m³/an
			soit (stères)	280 stères/an
			soit (plaquettes forestières)	500 m³pl/an
Besoin en bois de chauffage pour la chaufferie (1'400 kW, 3'350'000 kWh/an)				4'500 m³pl/an

- Notes :**
- Les forêts appartenant à la Commune produisent potentiellement 50 % de l'énergie de chauffage nécessaire au chauffage de tout le village, sous forme de produits ligneux.
 - La part de la production des forêts appartenant à la Commune utilisable comme bois de feu, correspond au 12 % des besoins de tout le village pour son chauffage.
 - 1 stère $\cong$ 0,7 m³ de bois $\cong$ 1,8 m³ de plaquettes forestières (m³pl).
 - Pertes admises pour le réseau 14 %. Valeur énergétique des plaquettes forestières avec condenseur : 850 kWh/m³.
 - La production potentielle de bois de feu du Val-de-Ruz est estimée à l'équivalent de 45'000 mètres cubes de plaquettes par an.

¹⁾ Source : Milan Plachta, ingénieur forestier du 2^{ème} arrondissement.







CREATION D'UNE CHAUFFERIE A BOIS AVEC RESEAU A DISTANCE

Tableau 5 Dimensionnement des chaudières bois

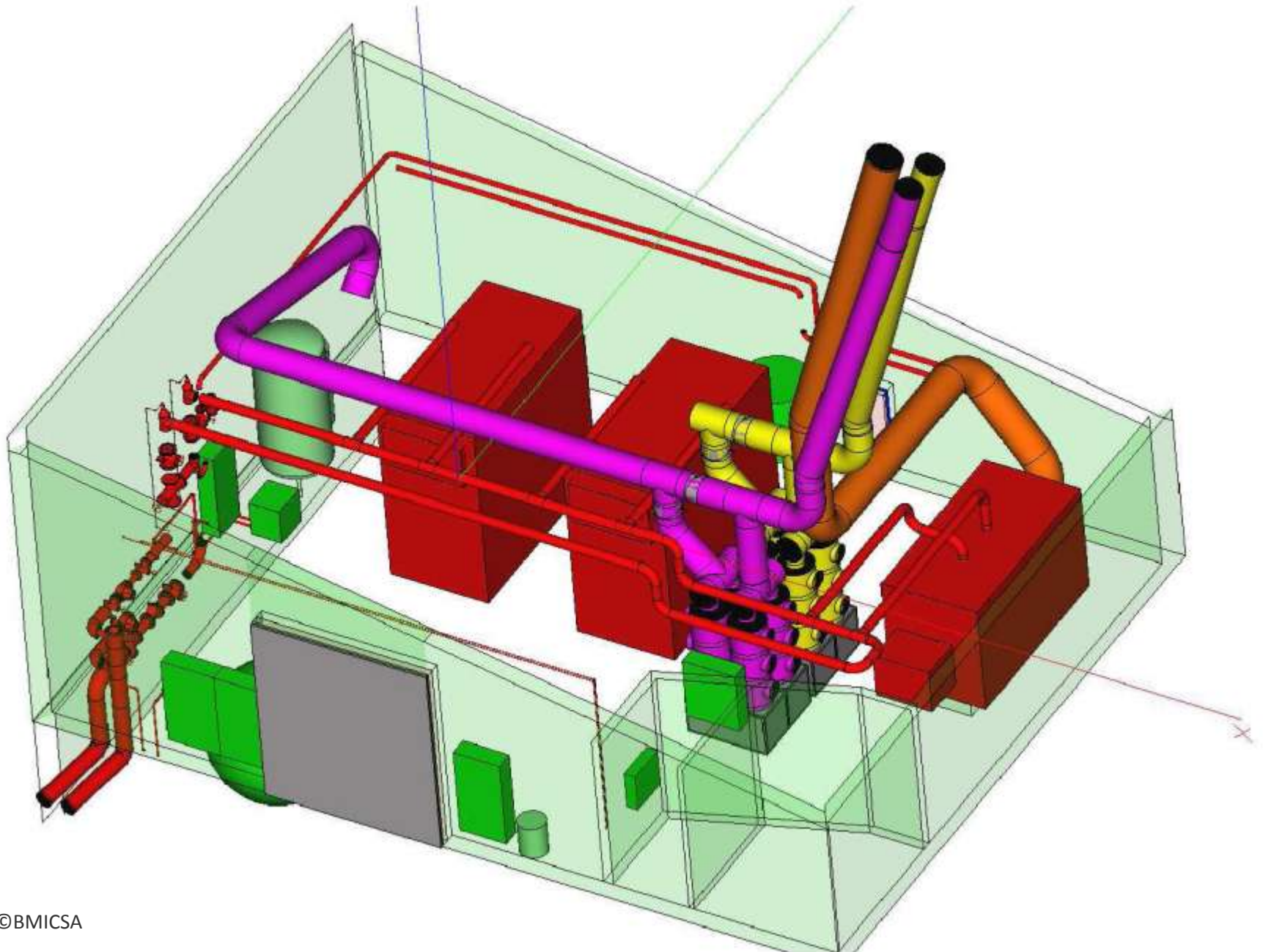
▪ Puissance contractuelle (1'900 h/an)	1'750 kW
▪ Puissance effective (2'400 h/an)	1'400 kW
▪ Puissance effective admissible (3'000 h/an)	1'100 kW
▪ Réserve de puissance avec une chaudière de 1'400 kW (2'400 à 3'000 h/an)	300 kW
▪ Puissance des immeubles non raccordés (ayant dit non)	140 kW
▪ Puissances recommandées, cas d'une seule chaudière :	
- chaudière	1'200 kW
- condenseur	120 kW
- chaudière mazout (secours + appoint)	1'400 kW
▪ Puissances recommandées, cas de 2 chaudières :	
- chaudière 1	800 kW
- chaudière 2	400 kW
- condenseur 1	80 kW
- condenseur 2	40 kW
- chaudière mazout (secours + appoint)	1'400 kW

Note : puissance de la chaudière : puissance effective avec du bois à 75% d'humidité atro.

CREATION D'UNE CHAUFFERIE A BOIS AVEC RESEAU A DISTANCE A 2042 VALANGIN

Tableau 18 Le projet en quelques chiffres

• Puissance de la chaufferie	1'400 kW
• Consommation de plaquettes forestières	4'500 m ³ /an
• Chaleur vendue annuellement	3'350 MWh/an
• Mazout "remplacé"	407'000 l/an
• Nombre de raccordements envisagés	76
• Longueur du réseau	2'700 m
• Puissance délivrée par mètre de réseau	0,52 kWh/m
• Investissement brut (une chaudière)	5'700'000.- Frs
• Investissement net (une chaudière) (après subvention, taxes de raccordement et participations extérieures)	4'800'000.- Frs
• Prix de revient de la chaleur	14 cts par kWh
• CO ₂ "économisé" par le projet	1'100 tonnes par an









©BMICSA



©BMICSA







©BMICSA





©BMICSA





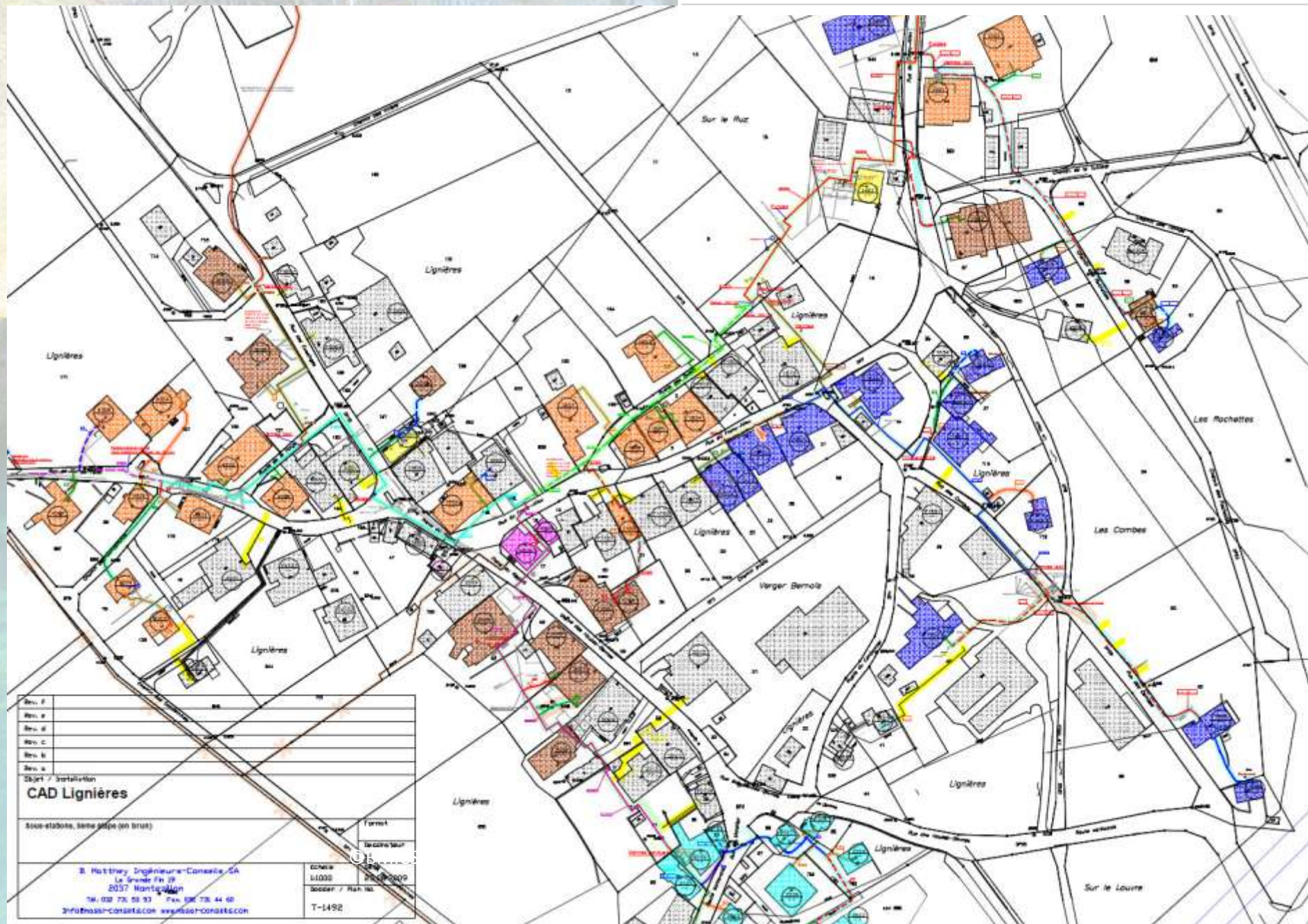












Tableau 15 Consommation de carburant pour amener le bois dans la chaufferie sous forme de plaquettes

Débardage + abattage

Un tracteur brûle ~ 100 l/jour et sort 80 stères/jour

Consommation : 1,25 l/stère
soit 1,25/1,8 = **0,70 litres/m³ de plaquettes**

Tronçonneuse : 0,9 l/stère
soit 0,9/1,8 = **0,50 litres/m³ de plaquettes**

Déchiquetage

Consommation déchiqueteuse :

- 100 m³/h correspondent à 60 litres de mazout
- Consommation par m³ de plaquette 60/100 = **0,61 litres/m³ de plaquettes**

Transport

20 stères de bois sur camion. Distance 15 km, consommation 25 litres/100 km

20 stères = 35 m³ de plaquettes

Consommation par m³ de plaquettes

$C = [(25 \times 15) / 100] / 35 = \mathbf{0,11 \text{ litres/m}^3 \text{ de plaquettes}}$

Au total

- Abattage	0.50	litres/m ³ de plaquettes
- Débardage	0.70	litres/m ³ de plaquettes
- Déchiquetage	0.60	litres/m ³ de plaquettes
- Transport	0.11	litres/m ³ de plaquettes

Total **1,91 litres de carburant ^{1)/} m³ de plaquettes**

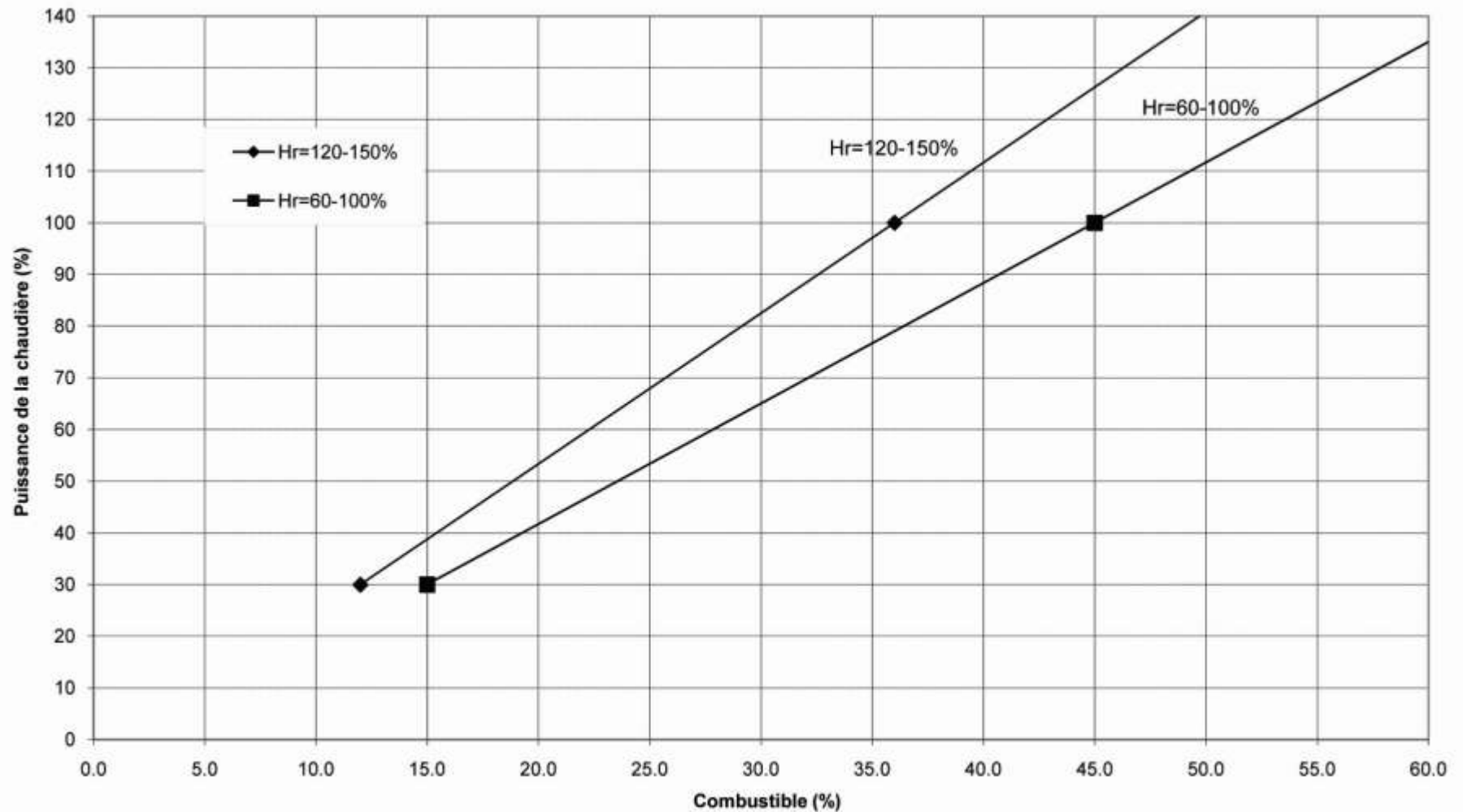
Valeur énergétique moyenne du carburant	10,5	kWh/litre
Valeur énergétique du bois (avec condensation)	850	kWh/m ³ de plaquettes
Valeur énergétique du carburant	20	kWh/m ³ de plaquettes
Part de carburant nécessaire $1,66 \times 10,5/850$	2,4	%

¹⁾ Transformer ces litres de mazout en CO₂
1 litre de mazout = 2,365 kg de CO₂

ROCHEFORT CHAUDIERE A BOIS

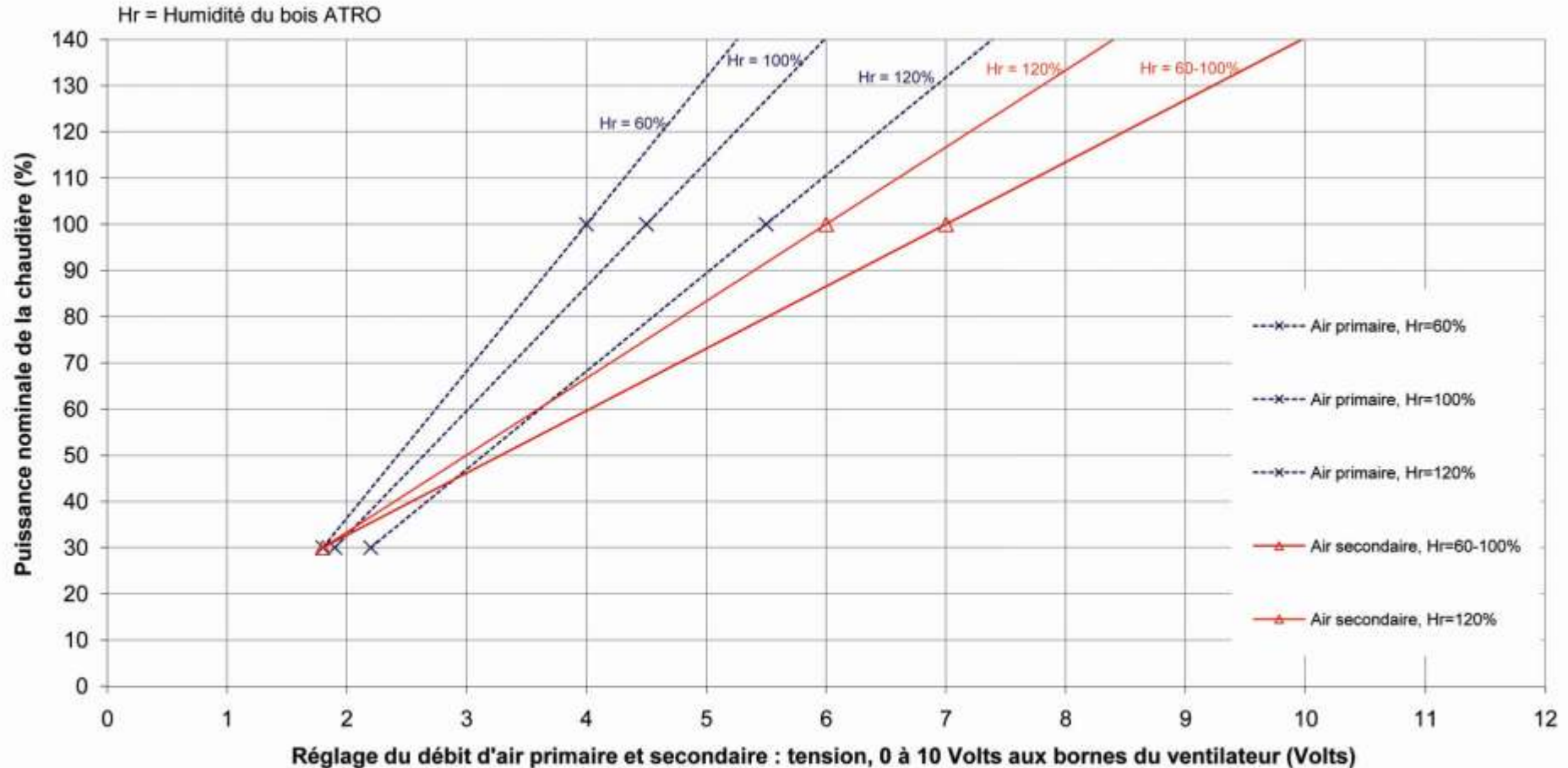
Quantité de combustible

Hr = Humidité du bois ATRO



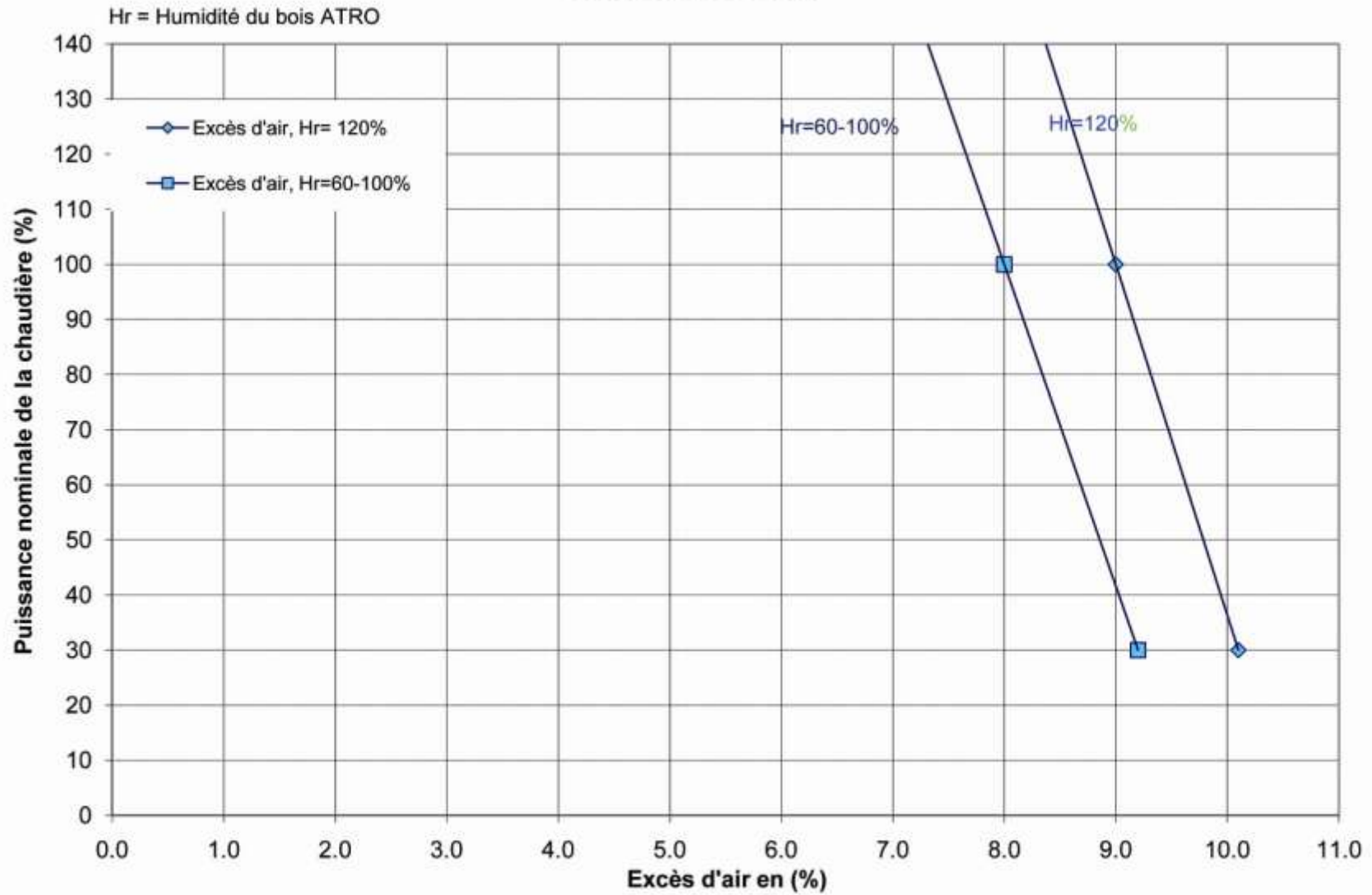
ROCHEFORT CHAUDIERE A BOIS

Figure 1: Valeurs de réglage des débits d'air primaire et secondaires et de l'excès d'air en fonction de la puissance et de l'humidité ATRO



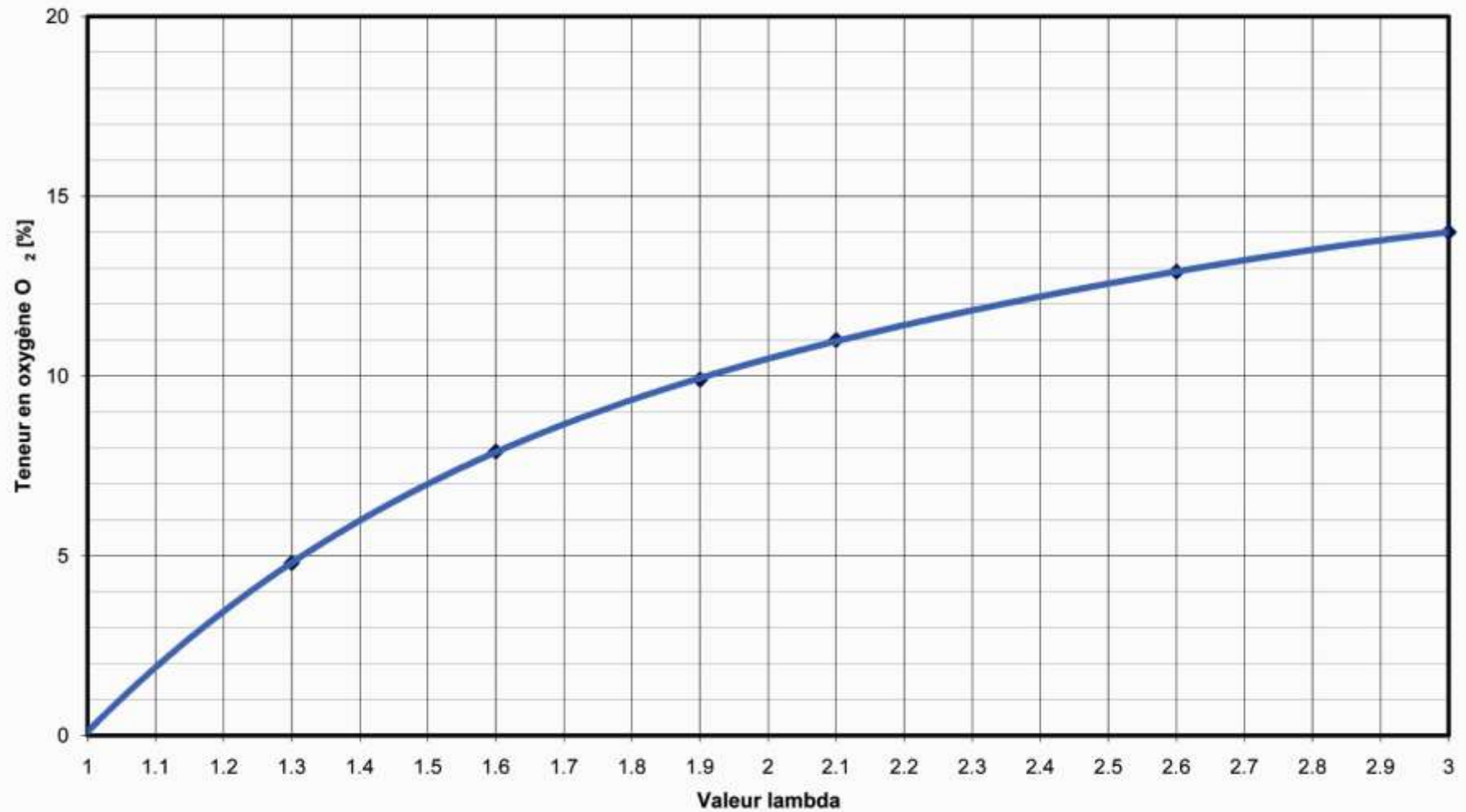
ROCHEFORT CHAUDIERE A BOIS

Figure 2: Excès d'air



CHAUFFERIE A BOIS

Relation entre la valeur lambda et la teneur en oxygène des fumées

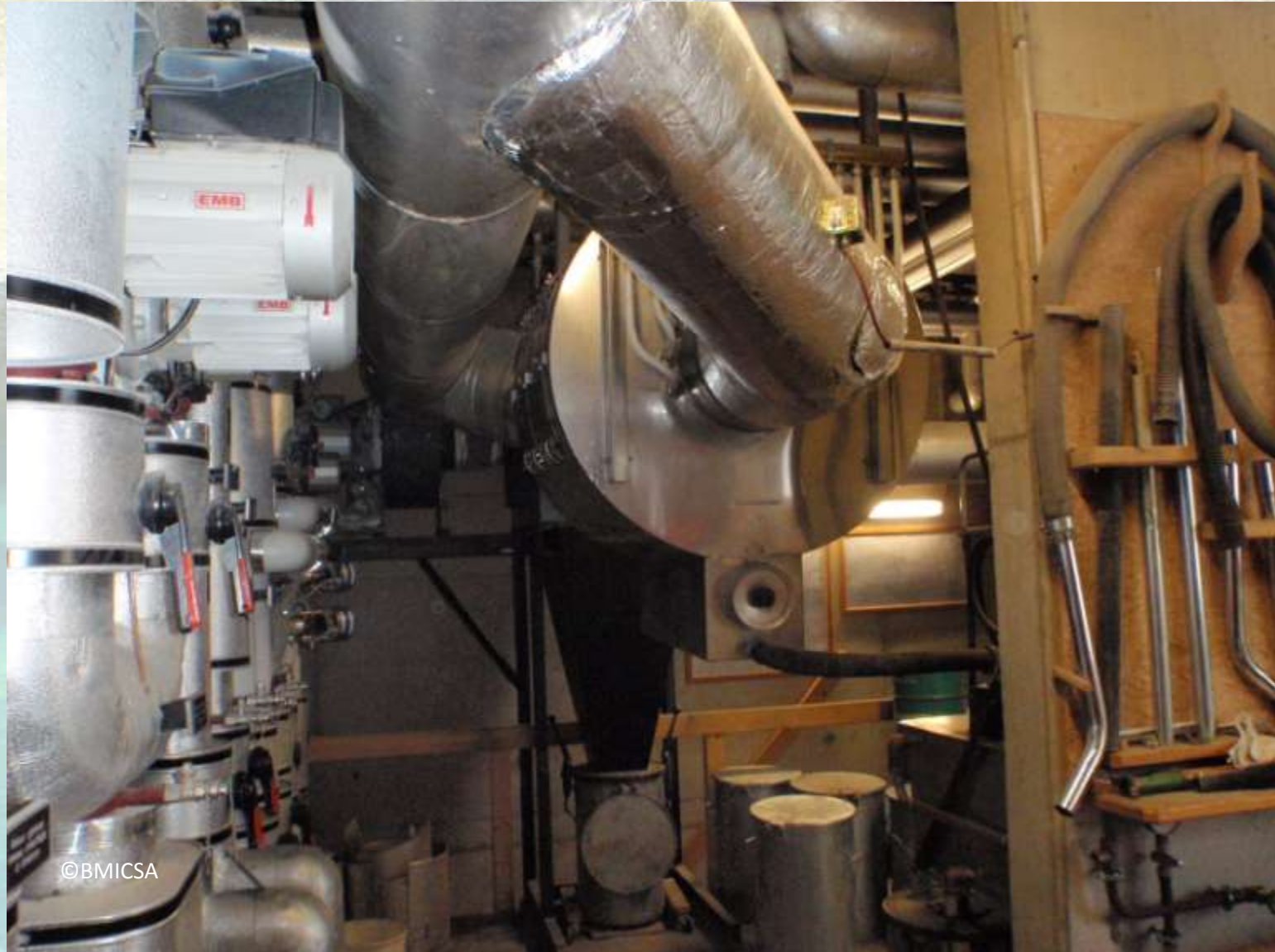


- Teneur en particules fines à la sortie de la chaudière, Valeurs usuelles 200 à 500 mg/m³
- Teneur en particules fines après un filtre cyclone 80 à 100 mg/m³
- Limite légale en vigueur aujourd'hui pour une chaudière de puissance inférieure à 1 MW < 150 mg/m³
- Valeurs usuelles mesurées sur chaudière à bois <1MW avec filtres cyclone 80 à 100 mg/m³
- Valeur attendue après un condenseur-laveur de type Enerclean 20 à 30 mg/m³
- Limite légale d'émissions prévues dans la nouvelle ordonnance

	Janvier 2009	Janvier 2015
70 à 350 kW	150 mg/m ³	30 mg/m ³
350 à 600 kW	150 mg/m ³	30 mg/m ³
600 à 1'000 kW	30 mg/m ³	30 mg/m ³
1 à 10 MW	20 mg/m ³	20 mg/m ³
> 10 MW	10 mg/m ³	10 mg/m ³
▪ Teneur en particules fines après passage dans un filtre à manches (cas de la combustion de bois de démolition)		5 à 10 mg/m ³
▪ Résultats mesurés à l'usine d'incinération des ordures TRIDEL de Lausanne (filtre électrostatique + lavage des fumées)		0,5 mg/m ³



©BMICSA



©BMICSA



©BMICSA



©BMICSA



©BMICSA



©BMICSA



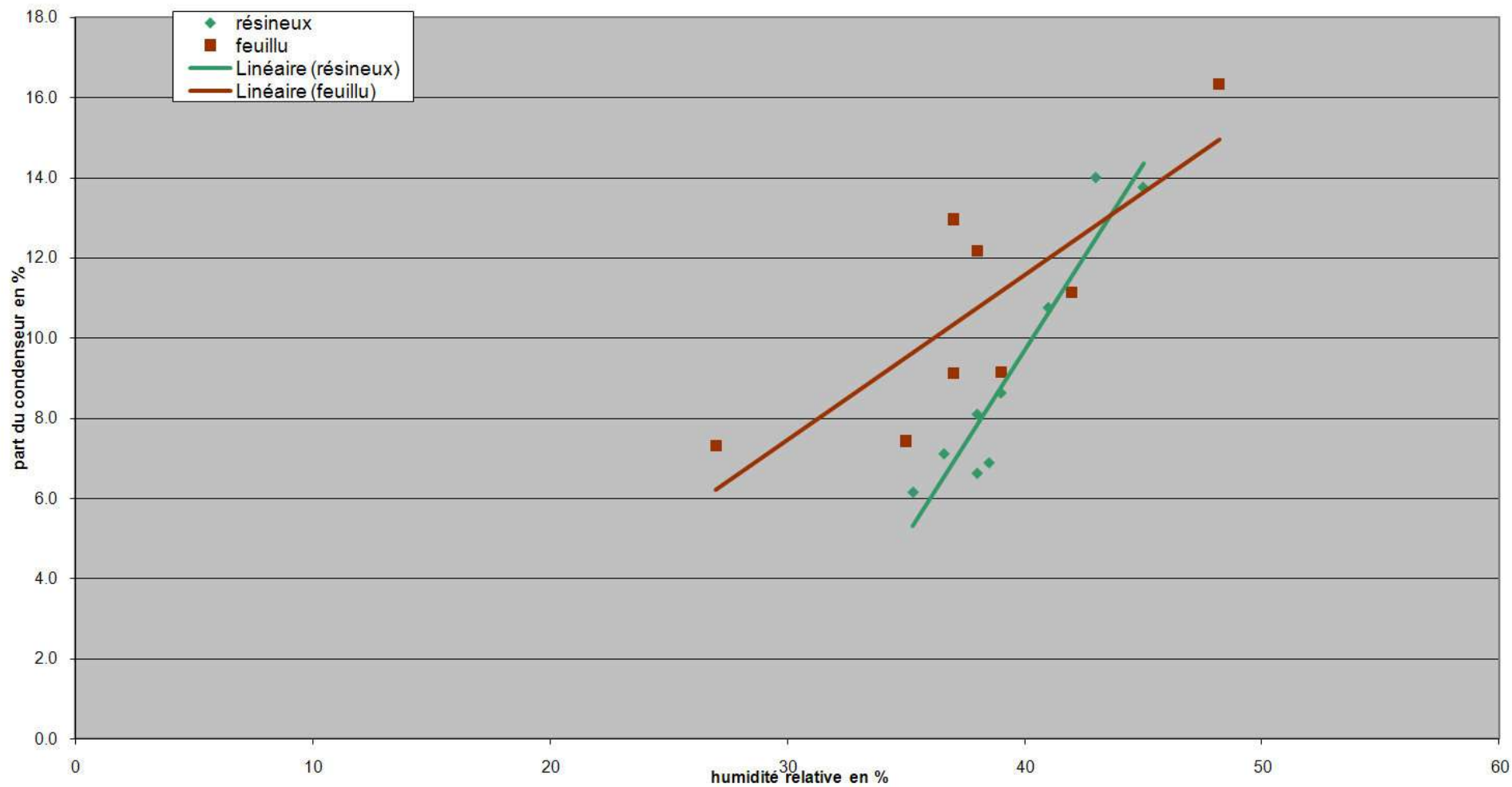


©BMICSA

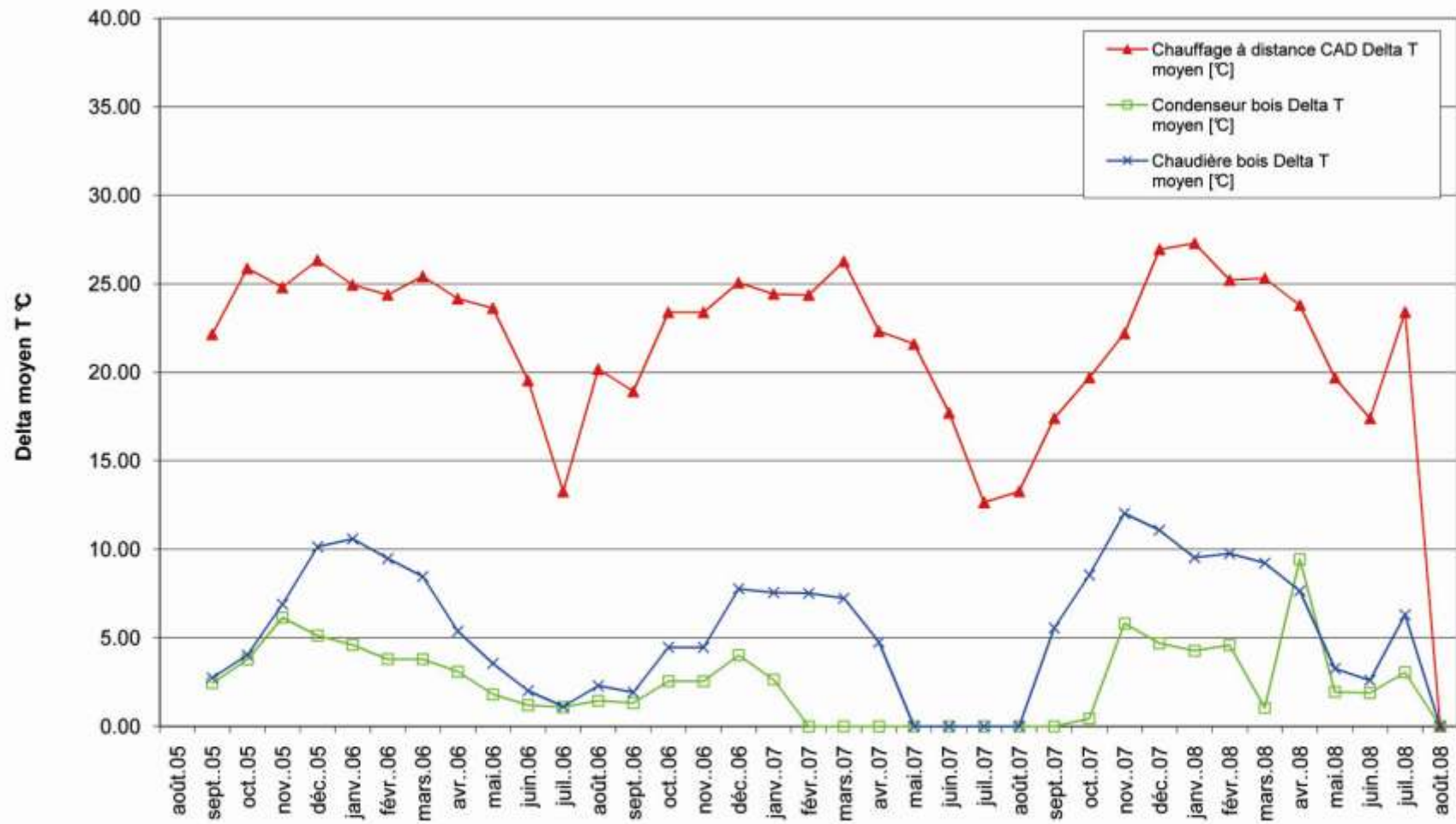


©BMICSA

Production du condenseur en % de la production de la chaudière en fonction de l'humidité relative et de l'essence du bois

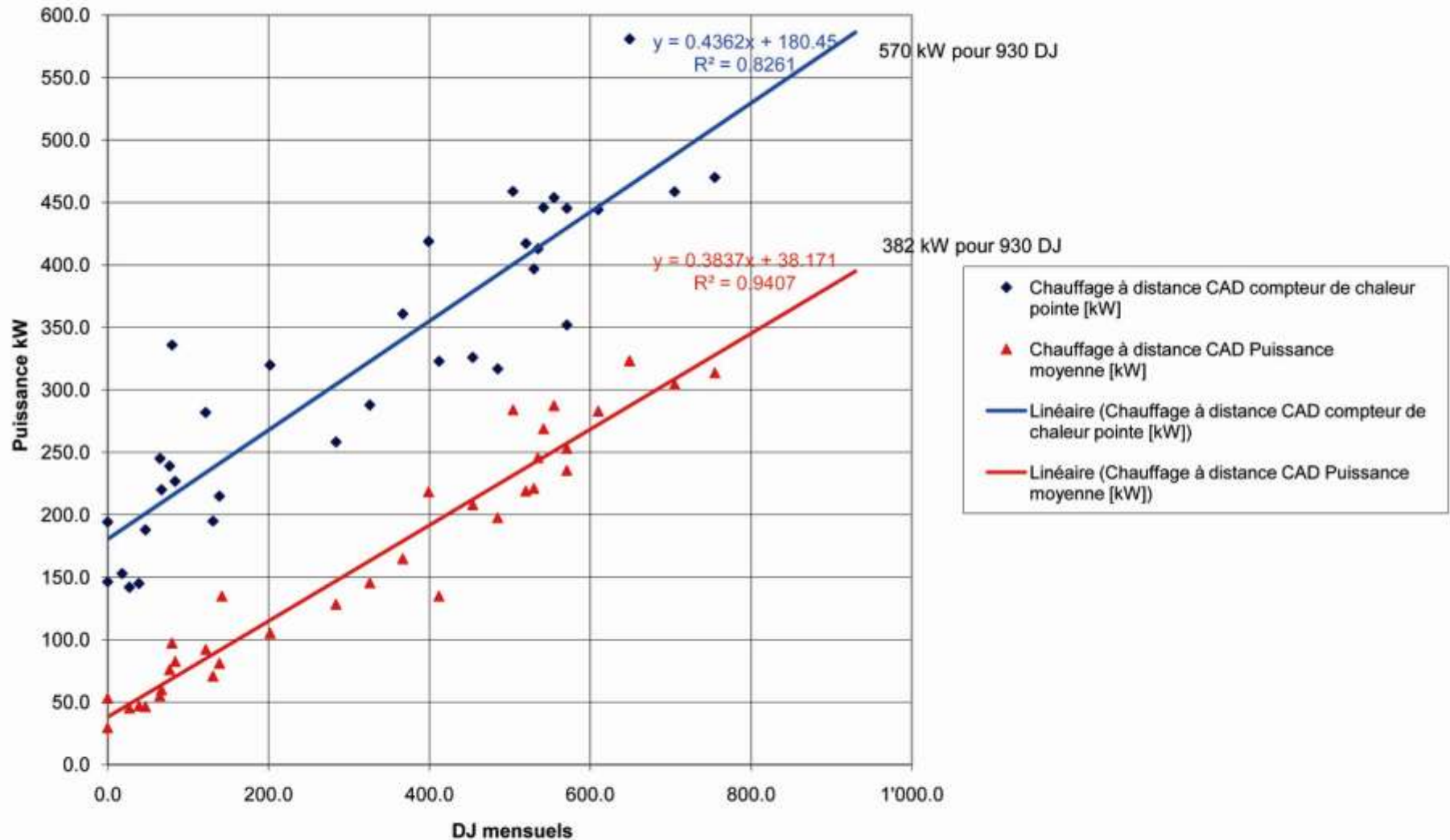


CAD ROCHEFORT



CAD ROCHEFORT

930 DJ correspond à -10 C



©BMICSA

CHAUDIERE BOIS + MAZOUT ROCHEFORT

RELEVÉ DES CONSOMMATIONS ET DES PUISSANCES 2008-2009

Date	Chaudière bois	Condenseur	CAD	Mazout
21 avril 2008	4'473'320 kWh	345'581 kWh	5'113'157 kWh	158'439 kWh
19 avril 2009	5'992'212 kWh	481'405 kWh	6'775'853 kWh	190'112 kWh
Δ	1'518'892 kWh	135'824 kWh	1'662'696 kWh	31'673 kWh
P moyen	174,4 kW	15,6 kW	190,8 kW	3,6 kW
%	91,4%	8,1%	100%	1,9%

B. Matthey,
Montezillon, le 21 avril 2009

Distribution : J.-P Rausis / D. Erb / Administration communale Rochefort

CAD

1) Régulation

2) Filtre

3) Vanne d'équilibrage

4) Echangeur de chaleur

5) Compteur de chaleur

5a) Totalisateur

5b) Débitmètre

6) Vanne motorisé 2 voies

N°Schéma él.

N141

A108

Y148

Chauffage client

10) Circulateur

M167

11) Vanne d'équilibrage (ou circulateur à débit variable)

12) Système d'expansion

13) Option, Vanne motorisée, commandée en parallèle avec la pompe pour éviter le thermosiphon

14) Thermostat de sécurité en cas de chauffage sol

Eau chaude sanitaire

20) Boîtier avec un échangeur immergé. Pression de service 6 Bar, Surface de chauffe supérieure au moins de 50% au minimum standard.

Par exemple 3.0 m² pour un boîtier de 200 à 300 litres

il faut absolument que les deux sondes ECS (Vanne thermostatique oventrop et régulation) soient à la même hauteur dans le réservoir ECS

21) Circulateur

M156

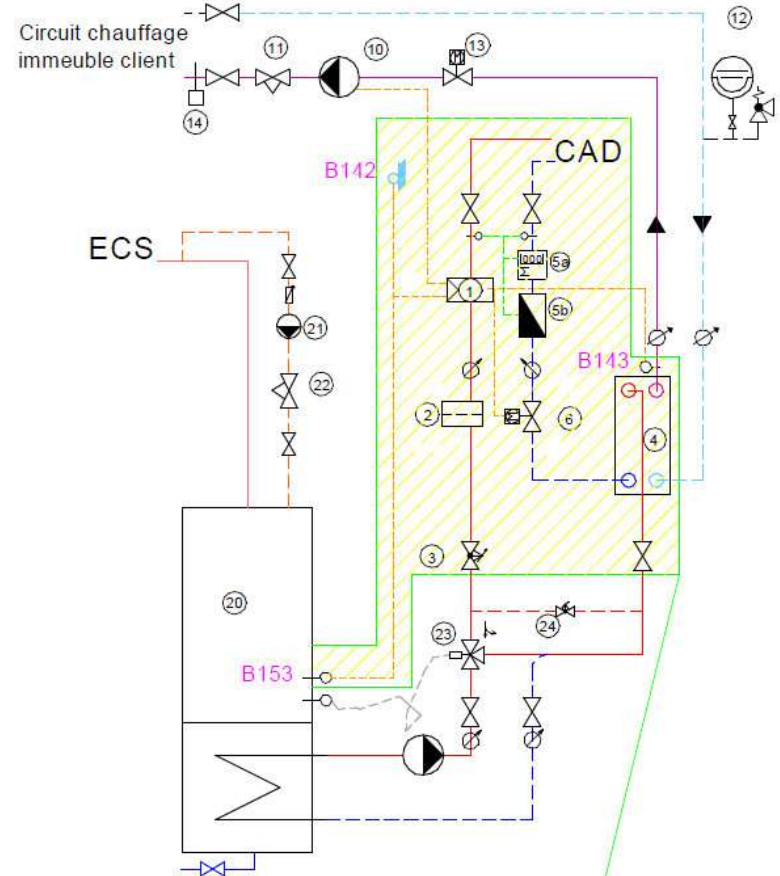
22) Vanne d'équilibrage

23) Vanne Oventrop TRI-D, thermostatique, plage de réglage 40-70°C, avec sonde plongeuse (Attention Ø du doigt de gant = 14 mm)

DN 25 kvs 6.5, jusqu'à 30 kW

DN 40 kvs 9.5, au-dessus de 30 kW

24) Vanne d'équilibrage, Qitrus (3/4", 1/2"), seulement sur certaine installation



La zone hachurée correspond au circuit "primaire" (CAD). Equipements fournis et posés par le CAD
Le reste est à fournir par le propriétaire, y compris les raccordements électriques des équipements fournis par le CAD

Rev. f	
Rev. e	SL, 03.09.2009, Ajouter, option vanne 13 et Th 14
Rev. d	SL, 07.01.2009, compl. vanne oventrop
Rev. c	SL, 15.12.2008, N°schéma él. Elfero
Rev. b	SL, 19.11.2008, māj
Rev. a	SL, 10.07.2008, compl. légende, pos. sondes

Objet / Installation

Chauffage à distance au bois à 2523 Lignières

Schéma hydraulique type de raccordement d'une sous-station
au réseau à distance

Format

A3

Dessinateur

SL

B. Matthey Ingénieurs-Conseils SA

La Grande Fin 19

2037 Montezillon

Tél. 032 731 53 53 Fax. 032 731 44 60

Info@masai-conseils.com www.masai-conseils.com

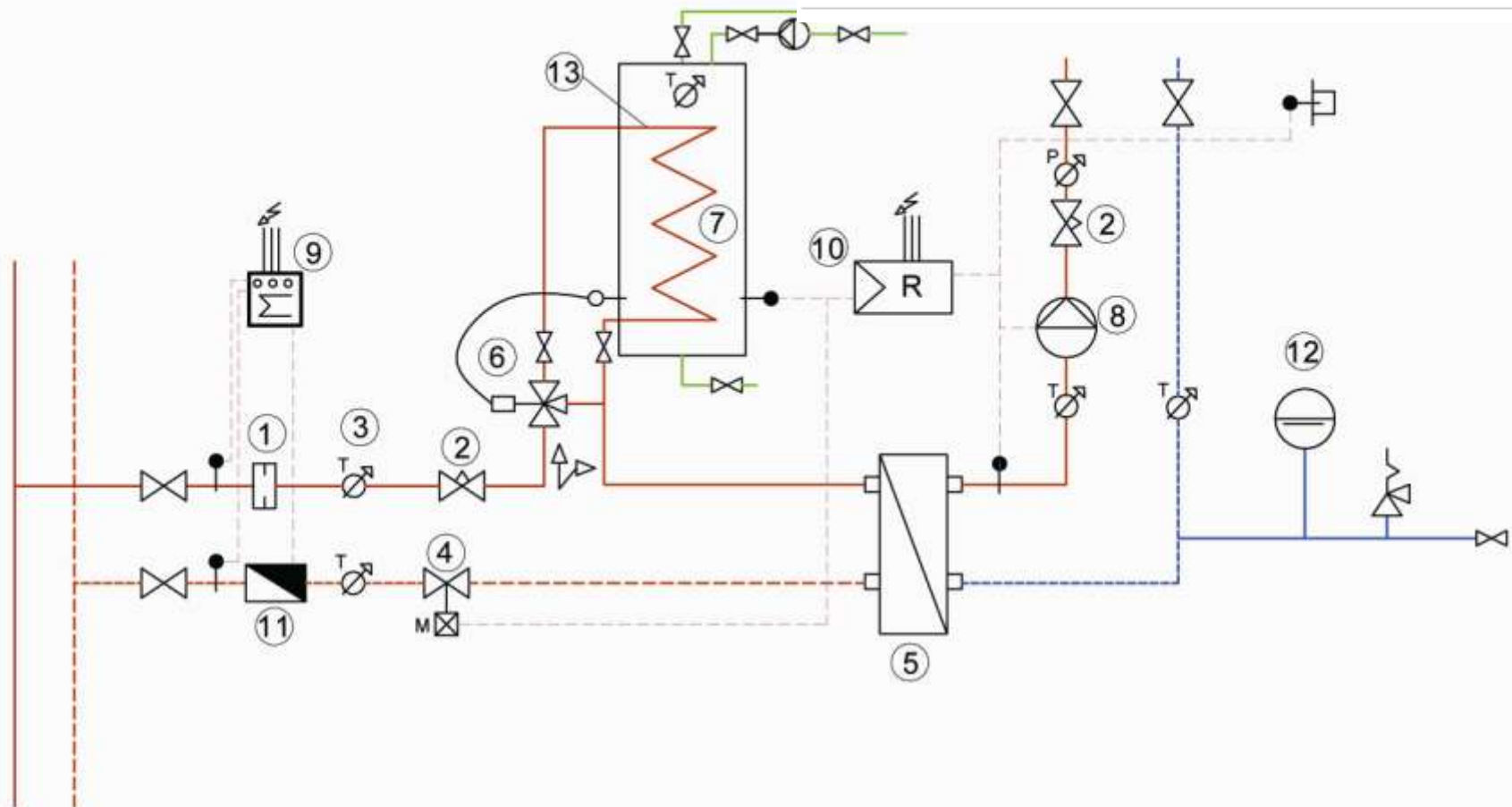
Echelle

Date

29.02.2008

Dossier / Plan No.

T-1492



Légende

- | | | |
|--|---|--------------------|
| ① Filtre | ⑤ Echangeur à plaque | ⑨ Totalisateur |
| ② Vanne d'équilibrage
(ou circulateur à débit variable) | ⑥ Vanne Oventrop TRI-D
DN 25 kvs 6.5, jusqu'à 30 kW
DN 40 kvs 9.5, au dessus de 30 kW | ⑩ Régulation |
| ③ Thermomètre | ⑦ Boiler type CIPAG-NOPAC
ou équivalent | ⑪ Compteur |
| ④ Vanne 2 voies | ⑧ Circulateur chauffage
immeuble | ⑫ Vase d'expansion |
| | ⑬ Echange immergé
à grande surface
d'échange | |

2042 Valangin - Raccordement au réseau chauffage à distance			
Raccordement type d'un immeuble		Chemin d'accès : T-1516	
SCHEMA		Date : 10.11.2008	
A-TEXTE_MODIFICATION-A		Visa : G.S.	
B-TEXTE_MODIFICATION-B	-	Echelle : -	
A-TEXTE_MODIFICATION-A	-	N° plan : 1	
B-TEXTE_MODIFICATION-B	-	DIMENSION : A4	
Bernard Matthey Ing.-Conseils SA		GENRE DE PLAN	
Le lirende Fir 18 2007 Modération info@matthey-conseils.com		Schema de principe	
Téléphone : 032/731 53 53			
Fax : 032/731 44 66			





RETOUR





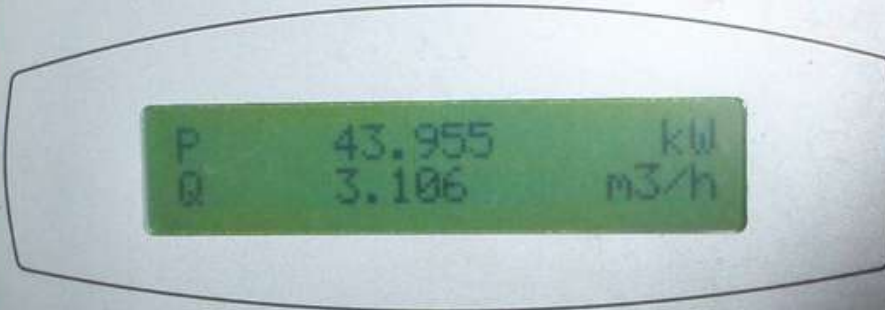


Compteur condenseur



Heat Meter
Wärmezähler
Compteur de chaleur

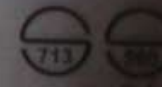
CALEC® light



230V, 50Hz, 4VA IP54, 5...55°C CE

P126

Type: CALEC light
S/N 4387848 / 03



θ: 5...180 °C
Type des thermosondes:
Entrée impulsions:
Débitmètre monté:
Liquide caloporteur:
Distributeur: Aquametro AG
CH-4106 Therwil

SD: 3...175 K
P1100 (2160/111)
Avec: 0V
Avec: 5V
Eau









©BMICSA

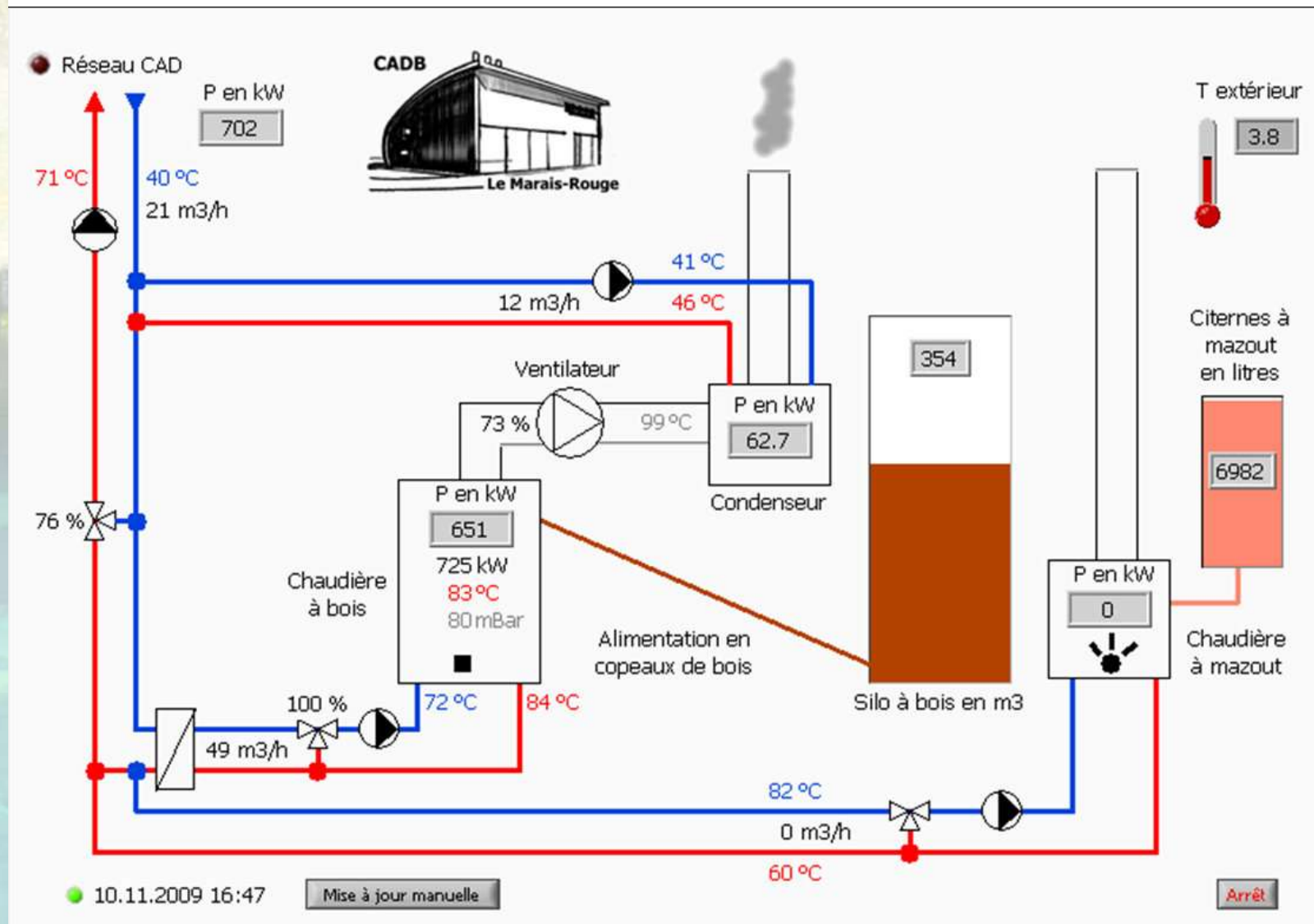






©BMICSA

CADB Le Marais-Rouge



Visualisation du fonctionnement de la chaufferie en direct

