

## ANNEXE 1

### PROGRAMME ARDUINO - MESURE DES PARTICULES PM10

```
/*
  Lycée Jacques de VAUCANSON
  TPE SUR LE CAPTEUR DE POUSSIERE
  Décembre 2018
*/
// Inclusion des bibliothèques pour la carte SD
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
File dataFile;
String dataString = ""; // Déclaration d'une chaîne de caractère
int PasCarte = 0;
unsigned long Nb = 0;
boolean start = false;

// Inclusion des bibliothèques pour l'afficheur LCD
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x20, 16, 2); // Configuration de l'adresse du LCD à 0x20 pour un
afficheur de 16 caractères sur 2 lignes

// Variables pour le capteur de poussière
unsigned long duration;
unsigned long starttime;
unsigned long sampletime_ms = 5000;
unsigned long lowpulseoccupancy = 0;
float ratio = 0;
float concentration = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(8, INPUT);
  pinMode(A1, INPUT);
  pinMode(A0, OUTPUT);
  // Initialisation de la carte SD
  if (!SD.begin(4)) // Test si la carte SD est présente
  {
    // Carte non présente
    PasCarte = 1;
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("ERREUR CARTE");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("SD ABSENTE");
    for (char i = 0; i < 500; i++)
    {
```

```

    digitalWrite(A0, 0);
    delay(50);
    digitalWrite(A0, 1);
    delay(50);
}
return;
}
// Carte initialisée
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Carte SD");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("INITIALISEE");
delay(1000);

// Si le fichier n'est pas présent, écriture dans le fichier la ligne d'entête
if (!SD.exists("data.csv"))
{
    dataFile = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);
    dataFile.close();
    dataFile = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);
    dataString = "Numero; Concentration";
    dataFile.println(dataString);
    // Création fichier data
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Creation");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("data.csv");
    delay(1000);
}
dataFile.close();
}

void loop()
{
    // Mise en marche et arrêt avec le bouton poussoir
    if (digitalRead(A1))
    {
        lcd.clear();
        if (start)
        {
            start = false;
            lcd.print("STOP ");
        }
        else
        {
            start = true;
            lcd.print("START ");
        }
        while (digitalRead(A1));
    }
}

```

```

// Réinitialisation de la variable starttime et lowpulseoccupancy
lowpulseoccupancy = 0;
starttime = millis();
}

// Mesures
if (start)
{
    duration = pulseIn(8, LOW);
    lowpulseoccupancy = lowpulseoccupancy + duration;

    if ((millis() - starttime) >= sampletime_ms) // Test positif toutes les 5 secondes avec
    sampletime_ms = 5000
    {
        // Allumage de la led
        digitalWrite(A0, 1);

        // Calcul de la concentration
        ratio = lowpulseoccupancy / (sampletime_ms * 10.0); // Integer percentage 0=>100
        concentration = (1.1 * pow(ratio, 3) - 3.8 * pow(ratio, 2) + 520 * ratio + 0.62)/0.283.; //
        using spec sheet curve

        // Affichage de la concentration sur l'afficheur LCD
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Capt poussières");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Taux = ");
        lcd.print((int)concentration);
        lcd.print('.');
        lcd.print((int)((float)(concentration - (int)concentration) * 100));
        lcd.print(" ");

        // Affichage de la concentration sur l'afficheur LCD
        Serial.print("concentration = ");
        Serial.print(concentration);
        Serial.println(" pcs/0.01cf");
        Serial.println("\n");

        // Ecrire les données sur la carte SD toutes les minutes
        if (PasCarte == 0)
        {
            Nb++;
            // Ouvrir le fichier CSV en écriture
            dataFile = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);

            // Si le fichier est présent, écriture dans le fichier
            if (dataFile)
            {
                dataFile.print(Nb);
                dataFile.print(';');
            }
        }
    }
}

```

```

        dataFile.print((int)concentration);
        dataFile.print(',');
        dataFile.println((int)((float)(concentration - (int)concentration) * 100));
        dataFile.close();
    }
}
// Extinction de la led
digitalWrite(A0, 0);

// Réinitialisation de la variable starttime et lowpulseoccupancy
lowpulseoccupancy = 0;
starttime = millis();
}
}
else
{
    // Cycle Ã l'arrêt
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("PRET AU      ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("DEPART ");
    if (PasCarte == 1) lcd.print("sans SD  ");
    else               lcd.print("      ");
}
}

```

## **ANNEXE 2**

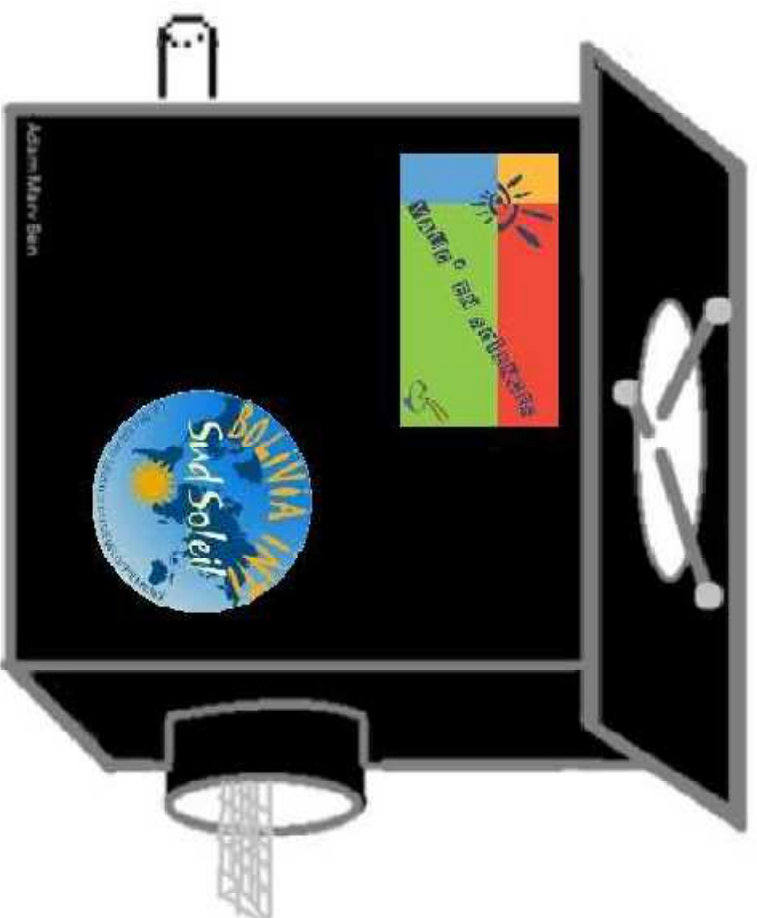
### **PROGRAMME ARDUINO - MESURE DU CO**

Présentation du programme arduino - capture d'écran : mesure du CO

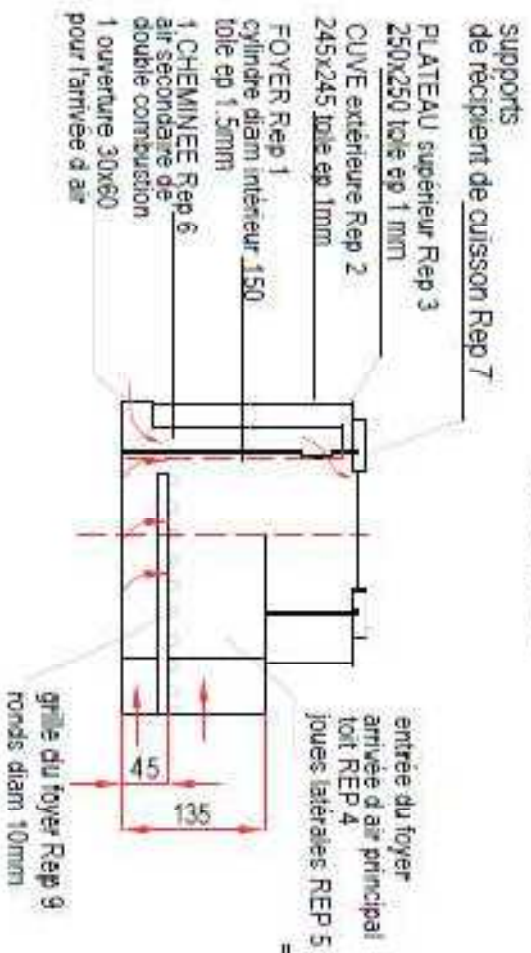
```
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Set serial baud rate to 9600 bps
  pinMode(8,INPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN,OUTPUT);
}
void loop()
{
  int val;
  int limit;
  val=analogRead(0);//Read Gas value from analog 0
  limit=digitalRead(8);
  Serial.print("Co value =");
  Serial.println(val,DEC);//Print the value to serial port
  Serial.print("Limit: ");
  Serial.println(limit);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(500);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  delay(500);
}
```

# Plans du Cuisueur 2.0

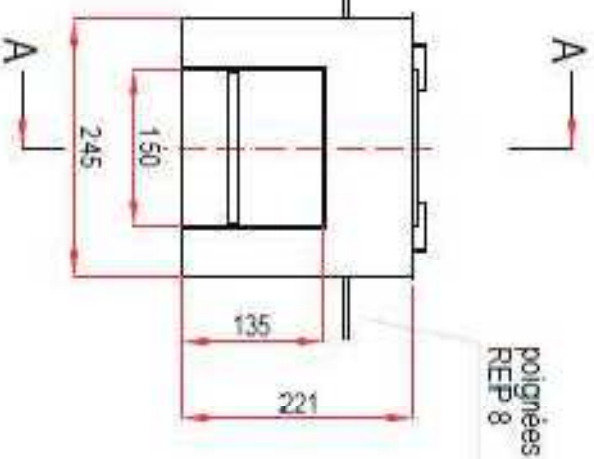
Opération « 110 Cuisieurs à Bois Economes pour Tizi N'Oucheg »  
2018-2019



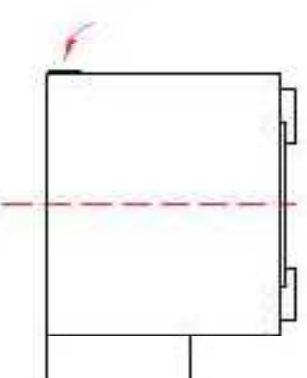
## COUPE AA



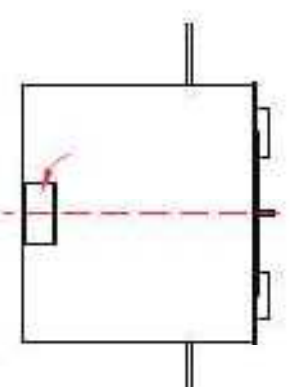
## VUE DE FACE



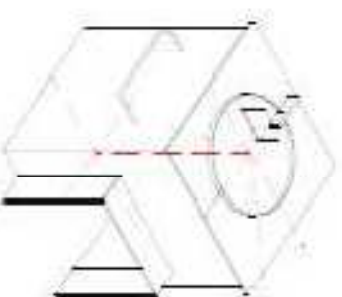
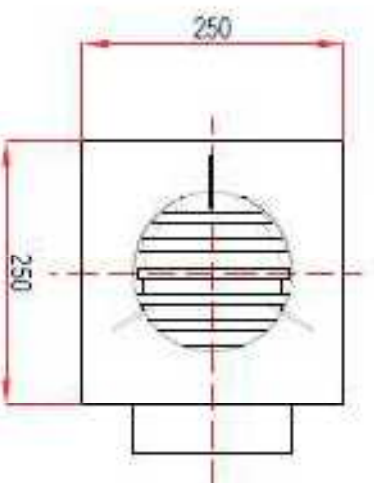
## VUE DE COTE



## VUE ARRIERE



## VUE DE DESSUS

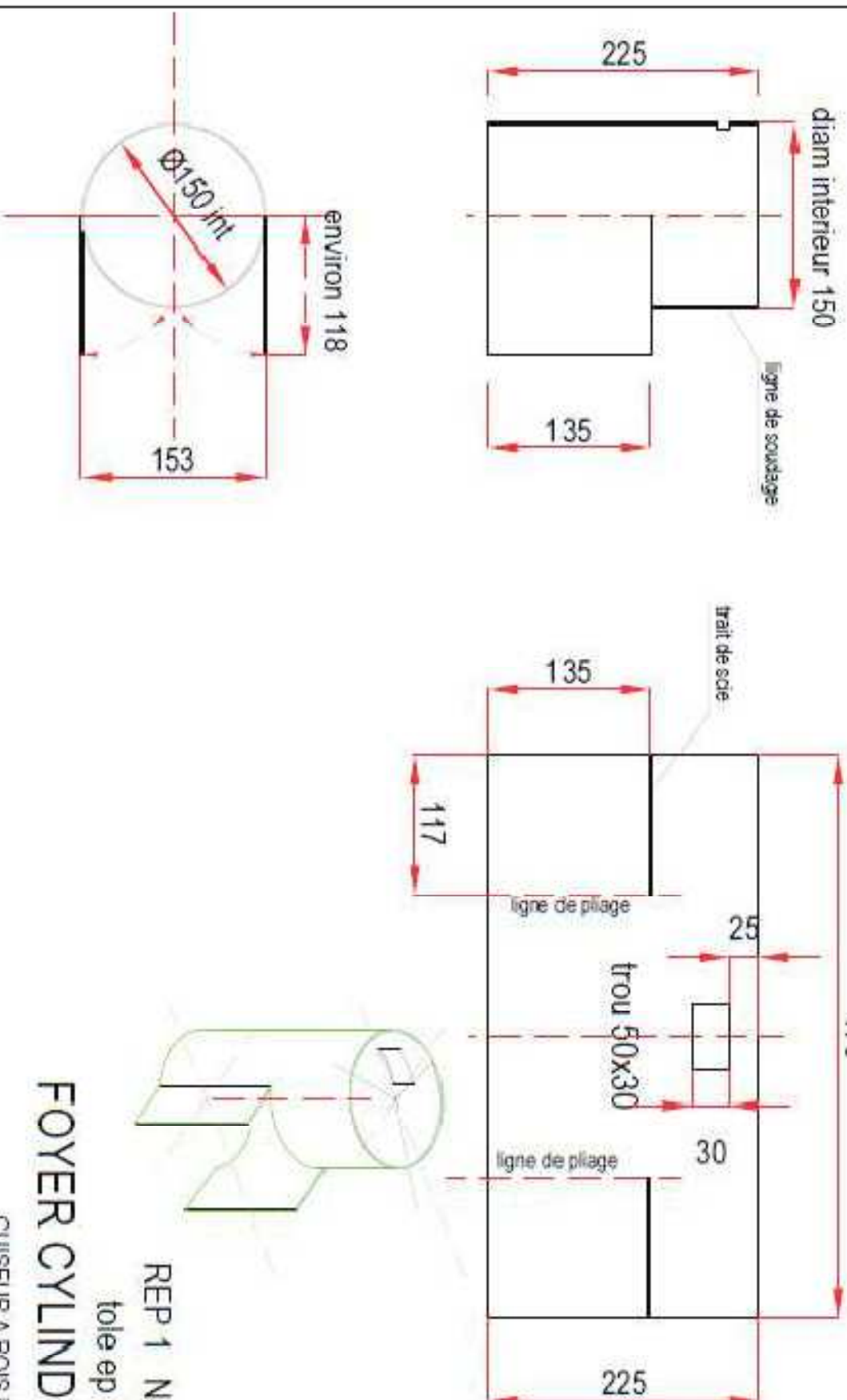


CBE  
foyer et cuve sans fond ni isolant

Plan d'ensemble  
CUISEUR A BOIS ECONOMIE  
à double combustion

PL1

## DEVELOPPÉ VUE DE L'INTERIEUR



REP 1 Nombre 1

tolé ép 1.5 mm

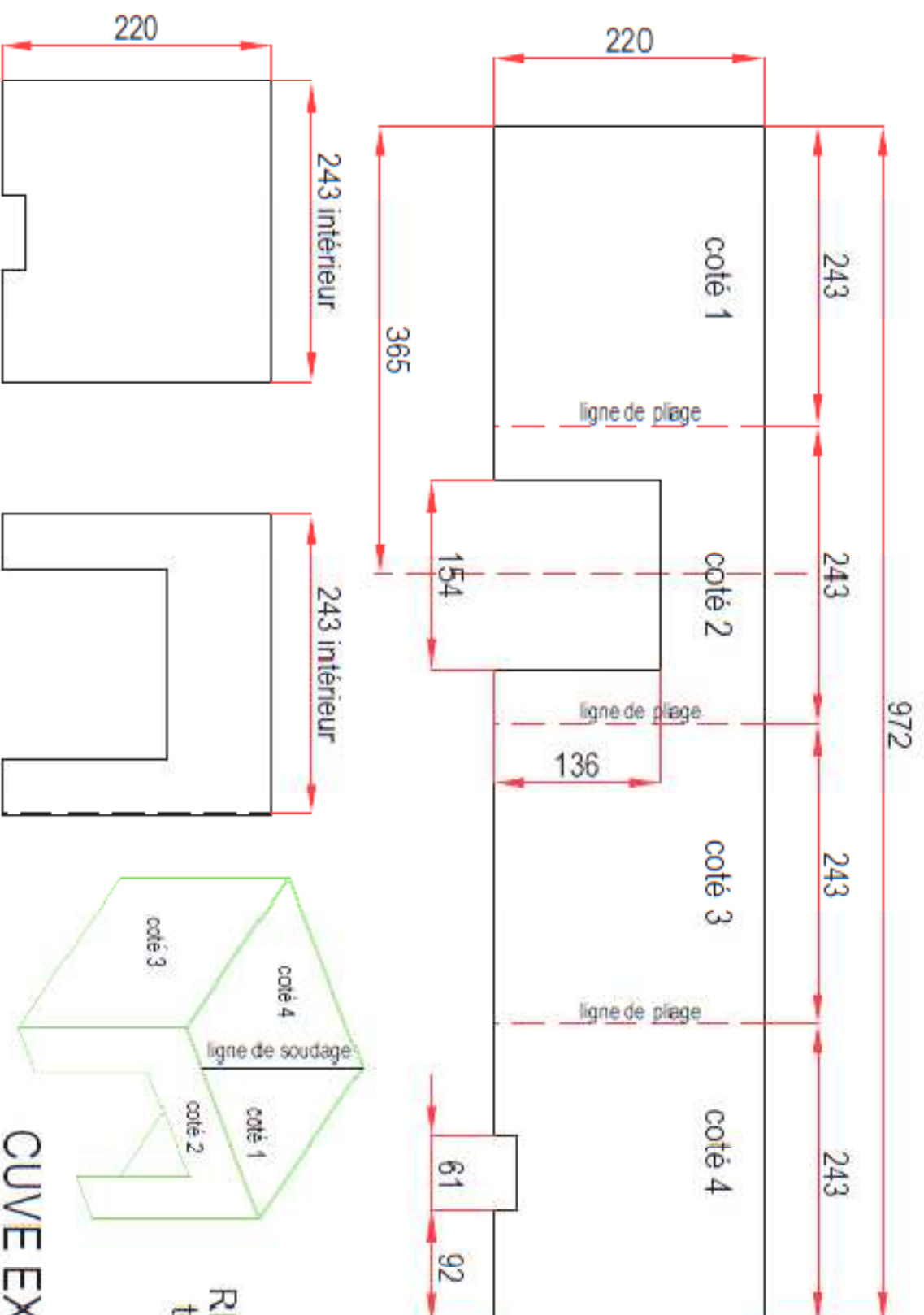
# FOYER CYLINDRIQUE

CUISEUR A BOIS ECONOMIE  
à double combustion

PL 2



## DEVELOPPÉ VUE DE L'INTERIEUR



## CUVE EXTERIEURE

CUISEUR A BOIS ECONOMIQUE  
à double combustion

PL 3

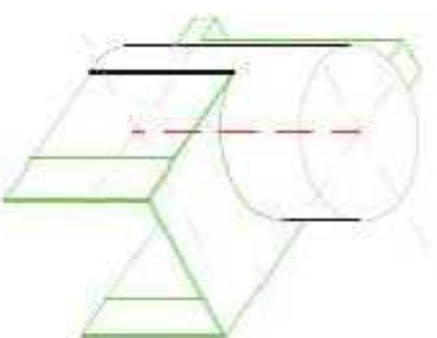
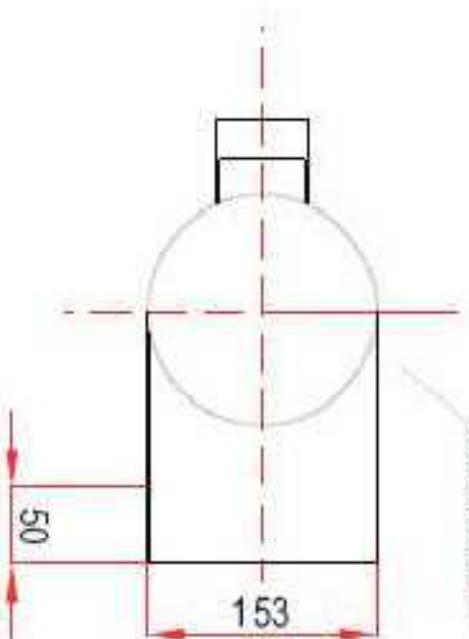
REP 5  
cheminée

REP 4  
toit entrée foyer

REP 5  
joux latérales

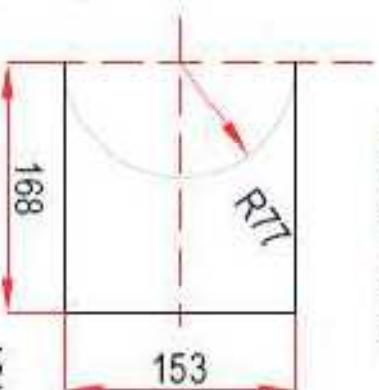
ligne de soudage

soudage par points

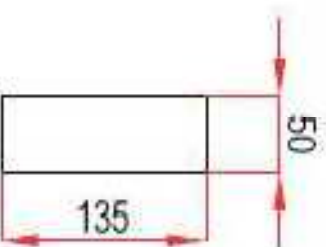


TOIT ENTREE DU FOYER

REP 4 Nombre 1  
tole ep 1 mm

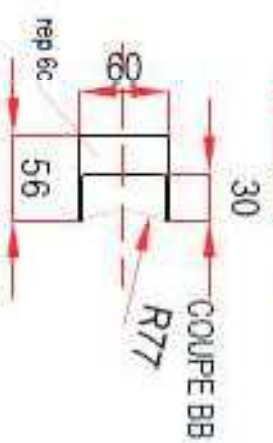
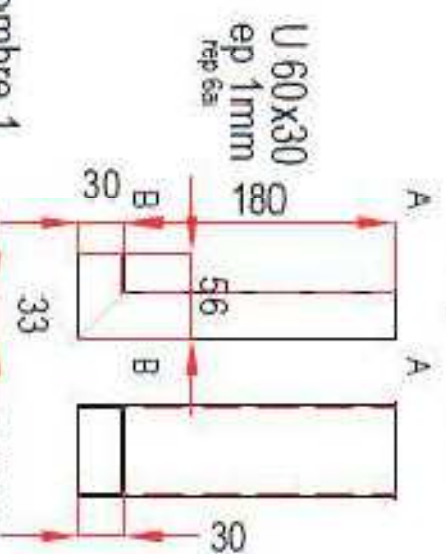


JOUÉ  
REP 5 Nombre 1  
tole ep 1.5 mm



CHEMINÉE

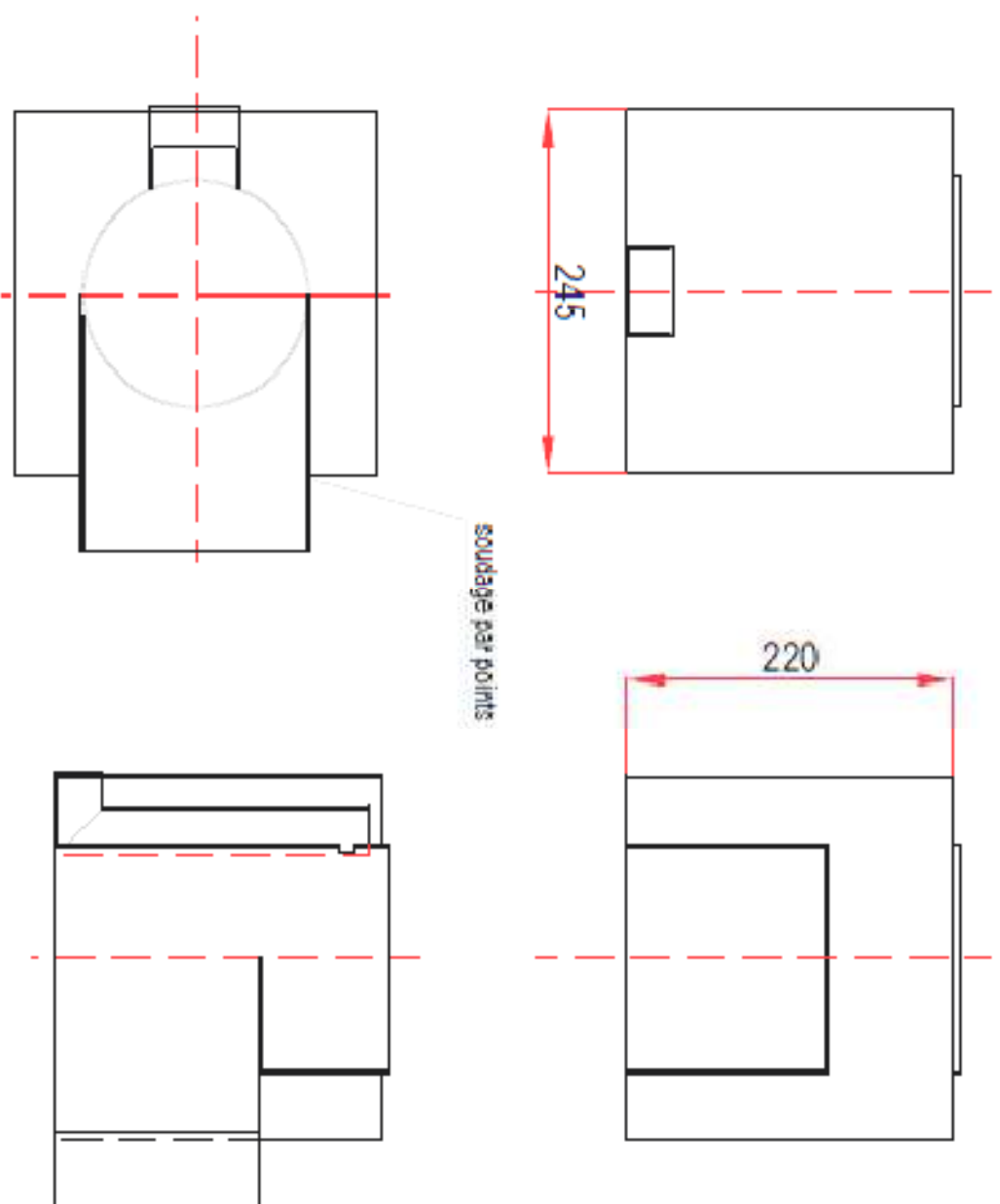
REP 6 Nombre 1  
tole ep 1 mm



CHEMINÉE pour admission  
air extérieur : double combustion

CUISEUR A BOIS ECONOMME  
à double combustion

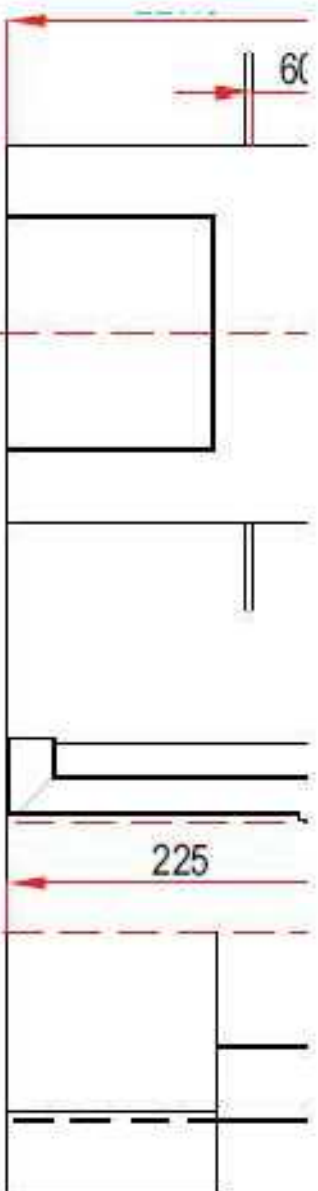
PL 4



# ASSEMBLAGE CUVE EXTERIEURE SUR Foyer CYLINDRIQUE

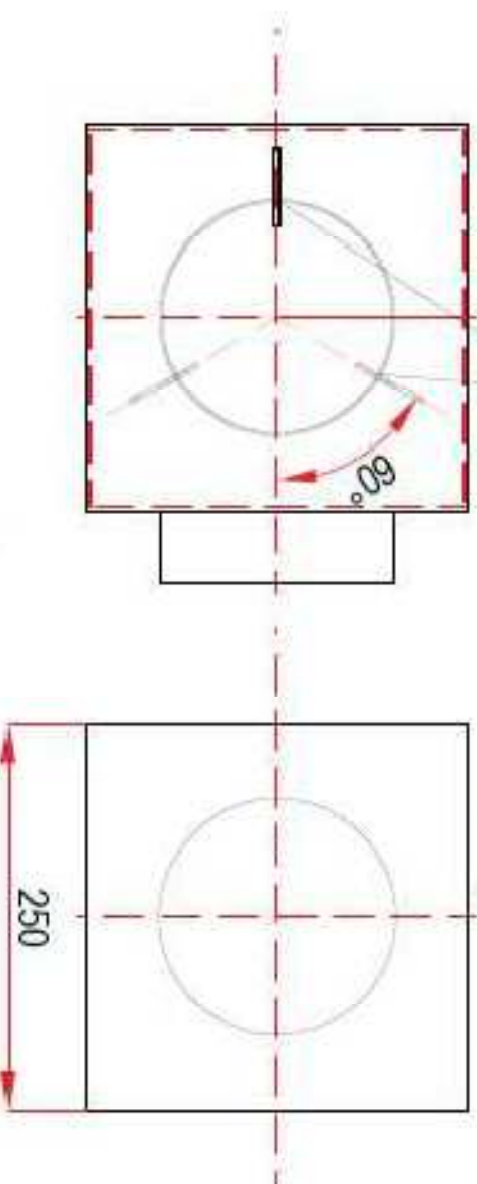
CUISEUR A BOIS ECONOMIQUE  
à double combustion

PL 5

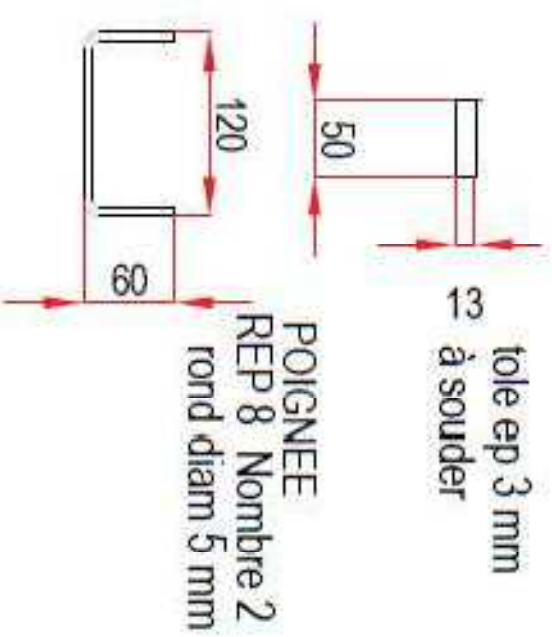


saignées pour  
passage des supports

PLATEAU SUPERIEUR  
REP 3 Nombre 1  
tole ep 1mm

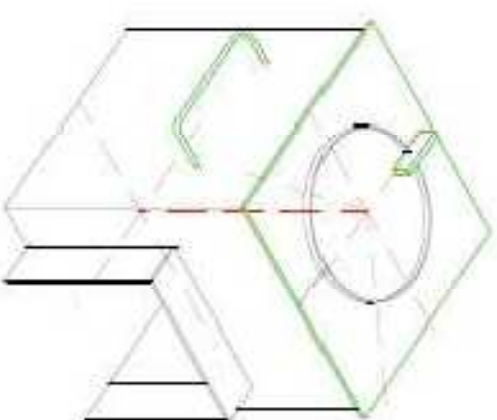


plateau supérieur  
soudé sur cuve et foyer



tole ep 3 mm  
à souder

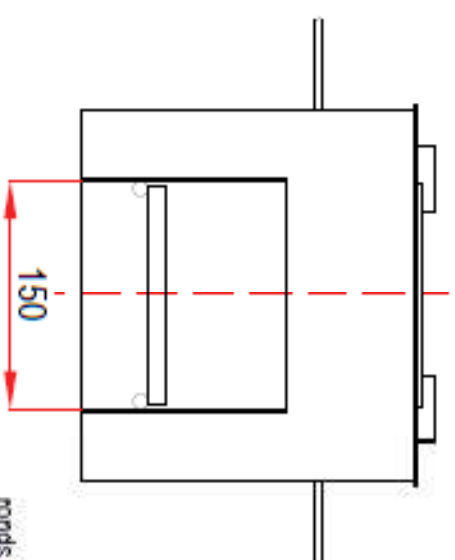
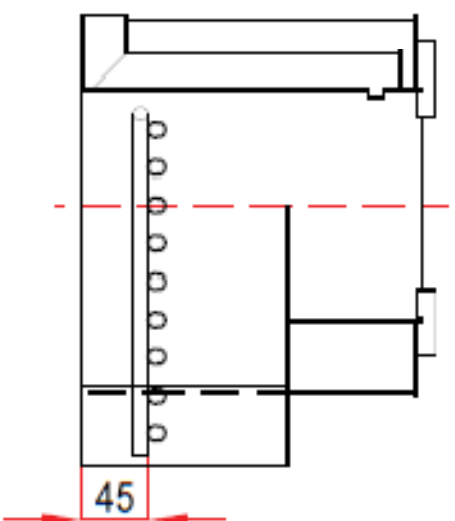
POIGNEE  
REP 8 Nombre 2  
rond diam 5 mm



PLATEAU SUPERIEUR

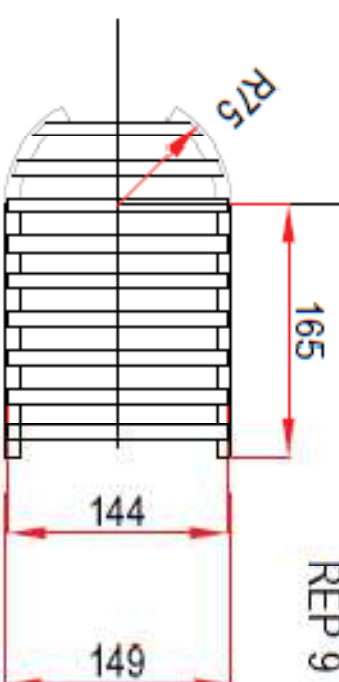
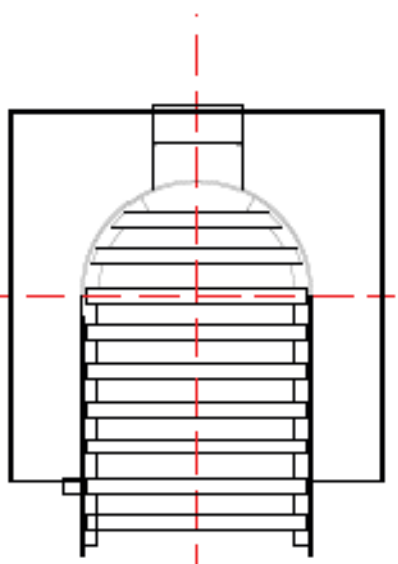
CUISEUR A BOIS ECONOMIE  
à double combustion

PL 6



ronds à béton diam 10 mm

GRILLE  
REP 9 Nombre 1



GRILLE

CUISEUR A BOIS ECONOMIE  
à double combustion PL7

# Carnet d'expériences Cuiseur 2.0

## Résultats Modèle n°1

### 1ère Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	17/12/2018	16h30	14.5	450	1.6	3.2
2	19/12/2018	14h00	14	425	1.7	3.3
3	09/01/2019	14h00	13	390	1.8	3.6
4	16/01/2019	14h00	15.5	430	1.5	3.3
5	23/01/2019	14h00	13.5	390	1.8	3.6
6						
Moyenne			14.1	417	1.7	3.4
écartype			0.96	24		
incertitude de répétabilité			1.2	29		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				35		

### 2de Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	17/12/2018	16h45	12	350	2.0	4.1
2	19/12/2018	14h15	11	320	2.2	4.4
3	09/01/2019	14h15	13	370	1.8	3.8
4	16/01/2018	14h00	12.5	350	1.9	4.1
5	23/01/2019	14h00	13	360	1.8	3.9
6						
Moyenne			12.3	350	1.9	4.1
écartype			0.84	17		
incertitude de répétabilité			1.0	21		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				29		

## Résultats Modèle n°2

### 1ère Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	19/12/2018	15h00	21	490	1.1	2.9
2	09/01/2019	15h00	19	450	1.2	3.2
3	16/01/2018	15h00	20	430	1.2	3.3
4	23/01/2019	15h00	20.5	480	1.2	3.0
5						
6						
Moyenne			20.1	463	1.2	3.1
écartype			0.85	24		
incertitude de répétabilité			1	38		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				43		

### 2ème Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	19/12/2018	15h25	18	380	1.3	3.7
2	09/01/2019	15h25	16.5	365	1.4	3.9
3	16/01/2018	15h25	17	350	1.4	4.1
4	23/01/2019	15h25	17	345	1.4	4.1
5						
6						
Moyenne			17.125	360	1.4	4.0
écartype			0.63	14		
incertitude de répétabilité			1	22		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				30		

### 3ème Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	16/01/2018	15h45	15	310	1.6	4.6
2	23/01/2019	15h45	15	295	1.6	4.8
3						
4						
5						
6						
Moyenne			15	302.5	1.6	4.7
écartype			0.00	8		
incertitude de répétabilité			0.00	43		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				47		

## Résultats Modèle n°3 Isolé

### 1ère Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	17/12/2018	17h00	17	500	1.4	2.8
2	07/01/2019	16h00	18	475	1.3	3.0
3	14/01/2018	16h00	18.5	470	1.3	3.0
4	21/01/2019	16h00	17	490	1.4	2.9
5						
6						
Moyenne			17.6	484	1.3	2.9
écartype			0.75	12		
incertitude de répétabilité			1.19	19		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				28		

### 2ème Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	17/12/2018	17h00	16	440	1.5	3.2
2	07/01/2019	16h15	18	455	1.3	3.1
3	14/01/2018	16h15	16	455	1.5	3.1
4	21/01/2019	16h15	17	460	1.4	3.1
5						
6						
Moyenne			16.75	452.5	1.4	3.1
écartype			0.96	8		
incertitude de répétabilité			1.52	12		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				23		



## Résultats Modèle n°3 Isolé

### 1ère Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	19/12/2018	16h00	17	430	1.4	3.3
2	09/01/2019	16h00	15	380	1.6	3.7
3	16/01/2018	16h00	16	390	1.5	3.6
4	23/01/2019	16h00	15	410	1.6	3.5
5						
6						
Moyenne			15.75	402.5	1.5	3.5
écartype			0.96	19		
incertitude de répétabilité			2	31		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				36		

### 2ème Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	19/12/2018	16h15	15	380	1.6	3.7
2	09/01/2019	16h15	14	365	1.7	3.9
3	16/01/2018	16h15	13.5	345	1.8	4.1
4	23/01/2019	16h15	14	350	1.7	4.1
5						
6						
Moyenne			14	353	1.7	4.0
écartype			0.63	16		
incertitude de répétabilité			1.00	25		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				32		

### 3ème Chauffe sans arrivée air

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	16/01/2018	16h30	15	395		
2	23/01/2019	16h30	14.5	370		
3						
4						
5						
6						
Moyenne			14.75	382.5	#DIV/0!	#DIV/0!
écartype			0.35	17.68		
incertitude de répétabilité			3.18	158.75		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				160		

## Résultats Cuiseur2.0 Non Isolé

### 1ère Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	11/05/2019	10h00	18	430	1.3	3.3
2	02/11/2019	10h00	18.5	440	1.3	3.2
3	14/11/2019	14h00	17	400	1.4	3.6
4						
5						
6						
Moyenne			17.8	423	1.3	3.4
écartype			0.76	17		
incertitude de répétabilité			2	42		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				47		

### 2ème Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	11/05/2019	10h15	15	340	1.6	4.2
2	02/11/2019	10h15	16	360	1.5	3.9
3	14/11/2019	14h15	14.5	350	1.6	4.1
4						
5						
6						
Moyenne			15.2	350	1.6	4.1
écartype			0.76	8		
incertitude de répétabilité			2	20		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				28		

## Résultats Cuiseur2.0 Isolé

### 1ère Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	15/05/2019	14h00	13	390	1.8	3.6
2	03/11/2019	14h00	14	370	1.7	3.8
3	09/11/2019	14h00	12	360	2.0	3.9
4						
5						
6						
Moyenne			13	373	1.8	3.8
écartype			1.00	12		
incertitude de répétabilité			2	31		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				37		

### 2ème Chauffe

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	15/05/2019	14h15	12	300	2.0	4.7
2	03/11/2019	14h15	11	270	2.2	5.3
3	09/11/2019	14h15	10	260	2.4	5.5
4						
5						
6						
Moyenne			11	276.7	2.2	5.2
écartype			1.00	17		
incertitude de répétabilité			2	42		
incertitude de mesure				20		
incertitude globale				47		

### 3ème Chauffe sans arrivée air

essai	Jours	Horaire	temps (min)	masse_bois(g)	Puissance (kW)	T (kJ/g)
1	03/11/2019	14h30	13	365		
2	09/11/2019	14h30	12.5	340		
3						
4						
5						
6						
Moyenne			12.75	352.5	#DIV/0!	#DIV/0!
			13	350		