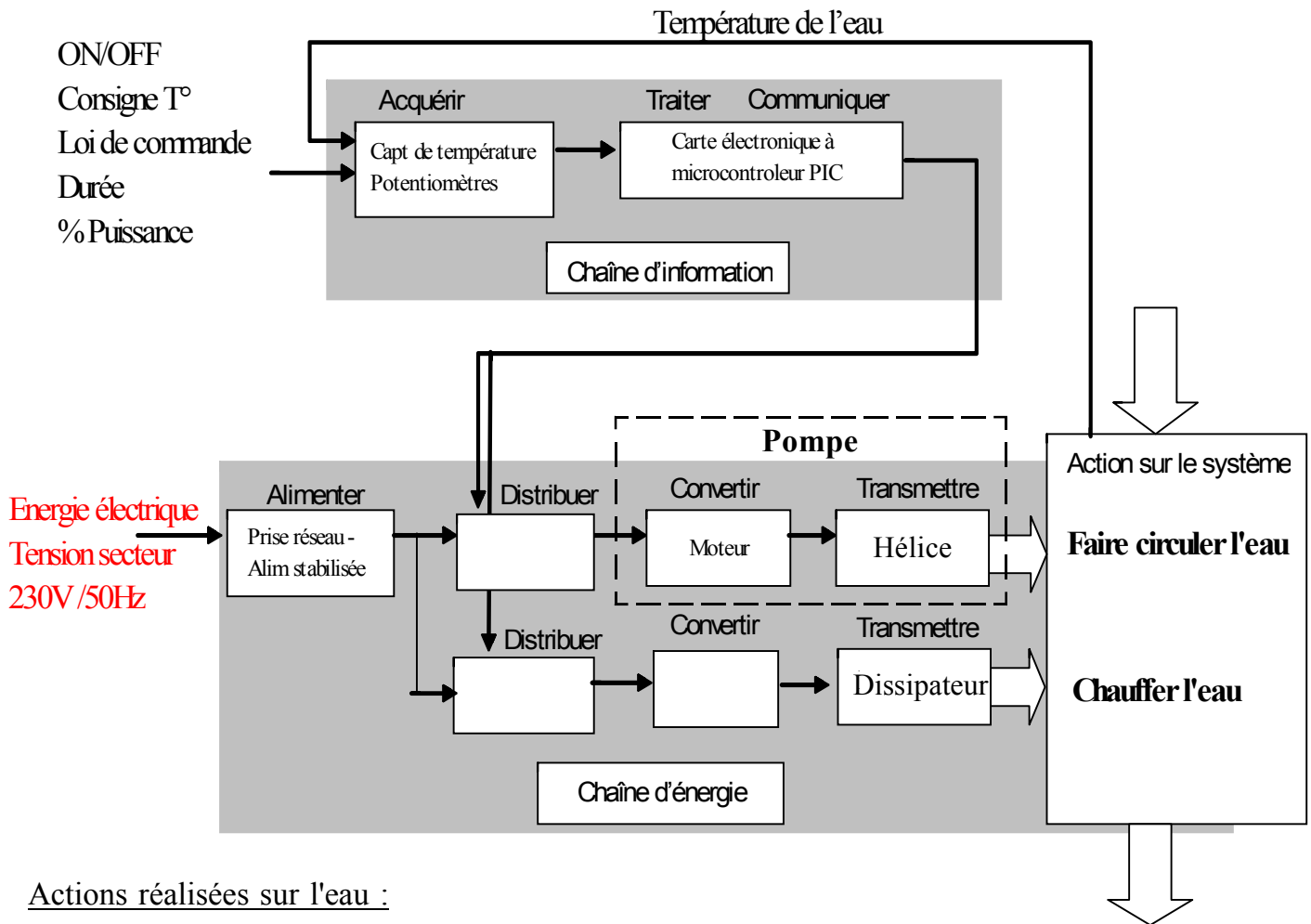




### Mise en situation

Figure 1 : Chaîne d'énergie



Actions réalisées sur l'eau :

- *Faire circuler l'eau*
- *Chauffer l'eau*

### Commande du moteur de la pompe à eau

Figure 2 : Caractéristiques du moteur

- Unominale: .....12.V~.....
- fréquence de la tension d'alimentation : .....50 Hz.....

Cohérence avec le cahier des charges :

.....*Pour respecter le critère confort annoncé dans le cahier des charges*.....  
 .....la fréquence d'alimentation du moteur est bien de 50 Hz.....

## Commande de l'élément chauffant (Loi TOR)

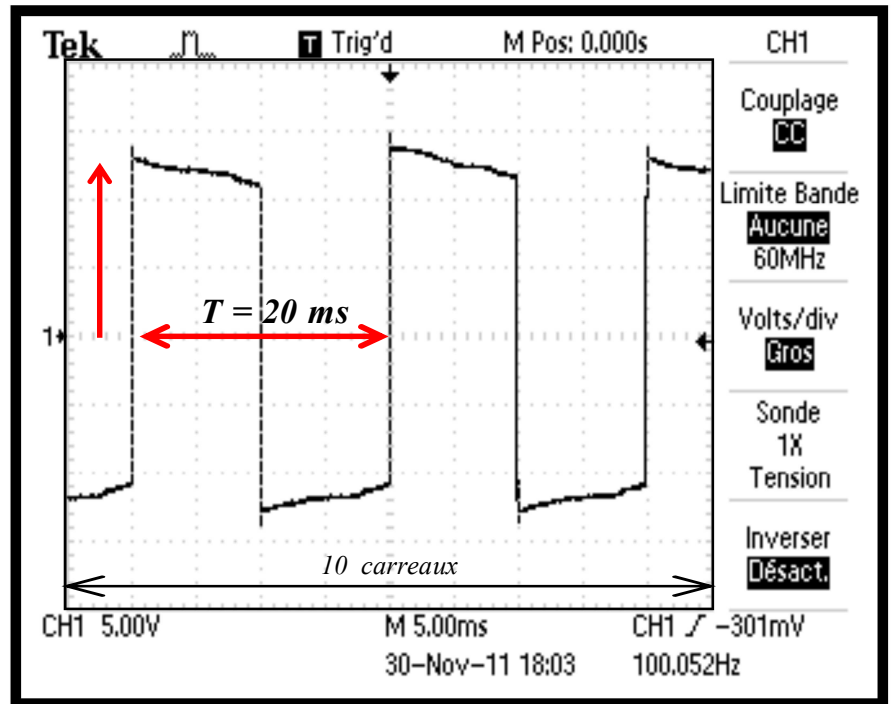
Figure 3 :

Oscillogramme de la tension aux bornes du moteur pompe.

$$f = \dots\dots\dots f = 1 / T = 50\text{Hz}$$

$$U = \dots\dots\dots 12.5\text{ V}$$

Conclusion :

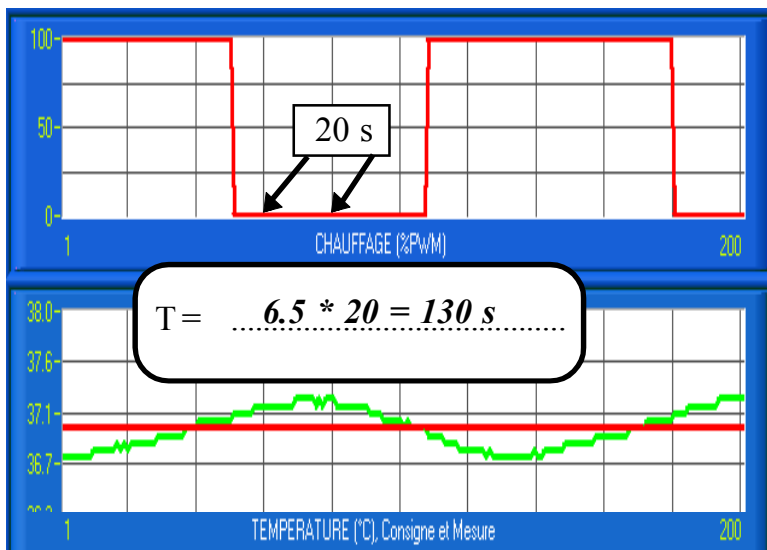


Les valeurs relevées sont conformes avec les caractéristiques du moteur. Le critère confort annoncé dans le cahier des charges est bien respecté la fréquence d'alimentation du moteur est bien de 50 Hz.

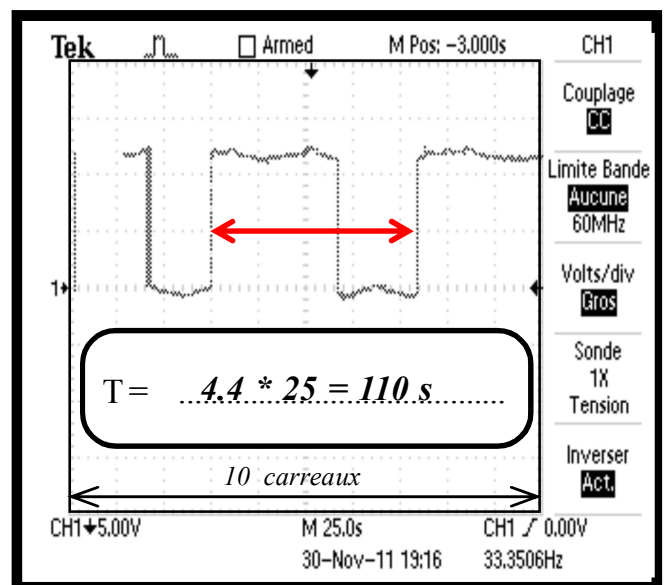
Figure 4 : Puissance dissipée par une résistance

$$P_R = f(U,R) = \dots\dots\dots U^2 / R$$

Figure 5 : Loi TOR



Oscillogramme de la tension aux bornes de la résistance

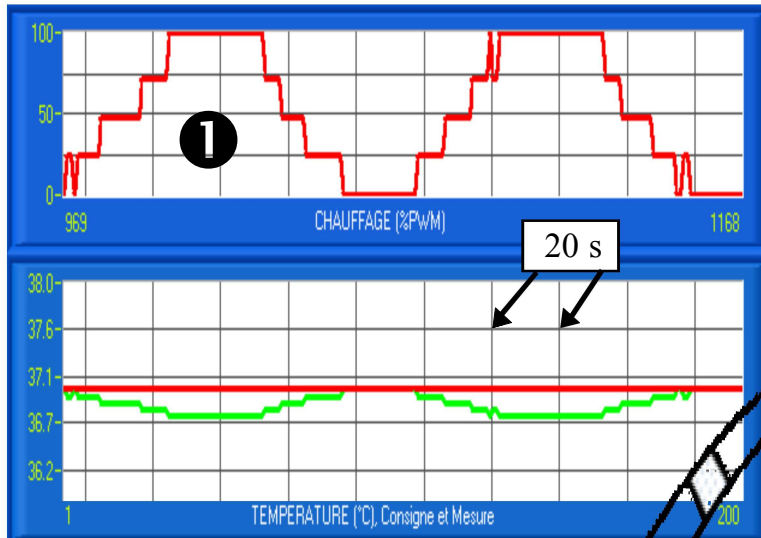


Cohérence avec la relation obtenue figure 4 :

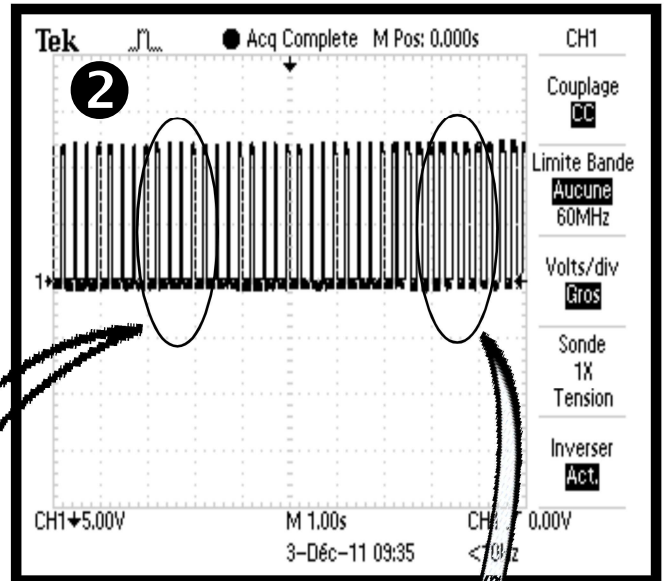
Lorsque la tension (U) appliquée au moteur est nulle la puissance du chauffage est de 0%. Lorsque cette tension est maximale (12 V) la puissance de chauffe est de 100% ce qui est conforme à la relation  $P_R = U^2 / R$  obtenue figure 4.

## Commande de l'élément chauffant (Loi proportionnelle MLI)

Figure 6 : commande proportionnelle



Oscillogramme de la tension aux bornes de la résistance



Comparaison des signaux :

En modulant la tension envoyée au moteur (MLI) on obtient une variation progressive de la puissance de chauffe entre 0% et 100%.

Figure 7 : oscillogrammes modulation de largeur d'impulsion (MLI)

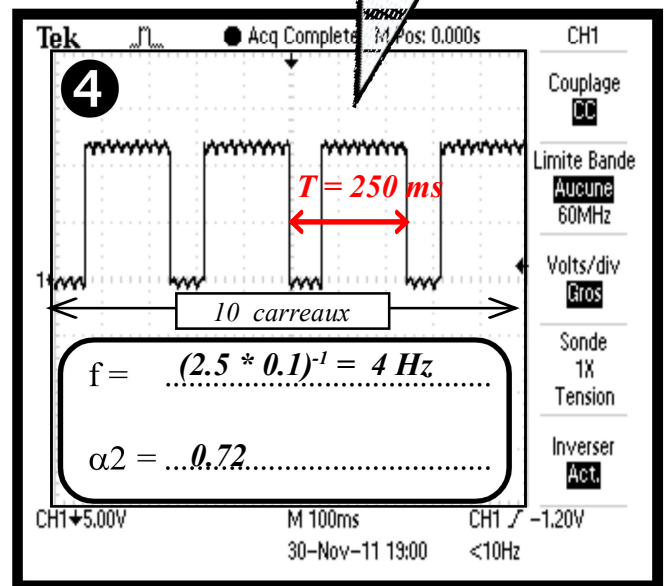
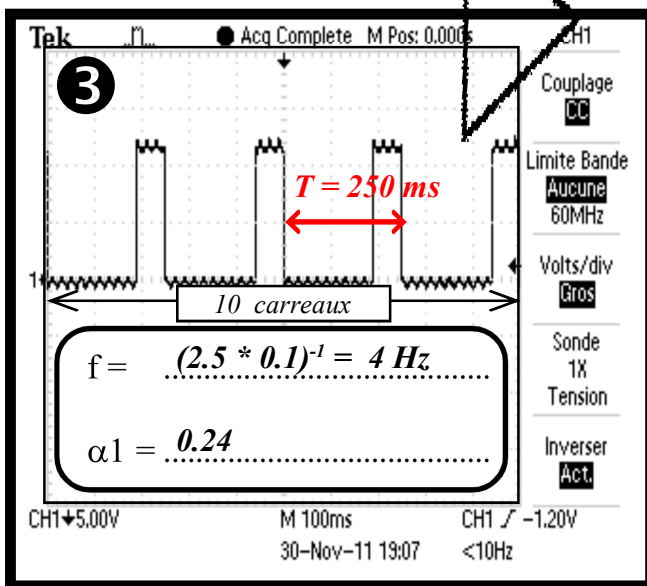


Figure 8 : relation entre la puissance  $P$  dissipée par la résistance, le rapport cyclique  $\alpha$  et la puissance max ( $P_{max}$ )

$$P_R = U^2 / R$$

$$U_{moy} = \alpha U_{max}$$

$$P_R = (\alpha U_{max})^2 / R = \alpha^2 (U_{max})^2 / R = \alpha^2 P_{max}$$

$$- P(\alpha_1) = 5.8 \% P_{max}.$$

$$- P(\alpha_2) = 52 \% P_{max}.$$

## Mesure de l'écart de précision pour les deux lois de commande

Figure 9 :

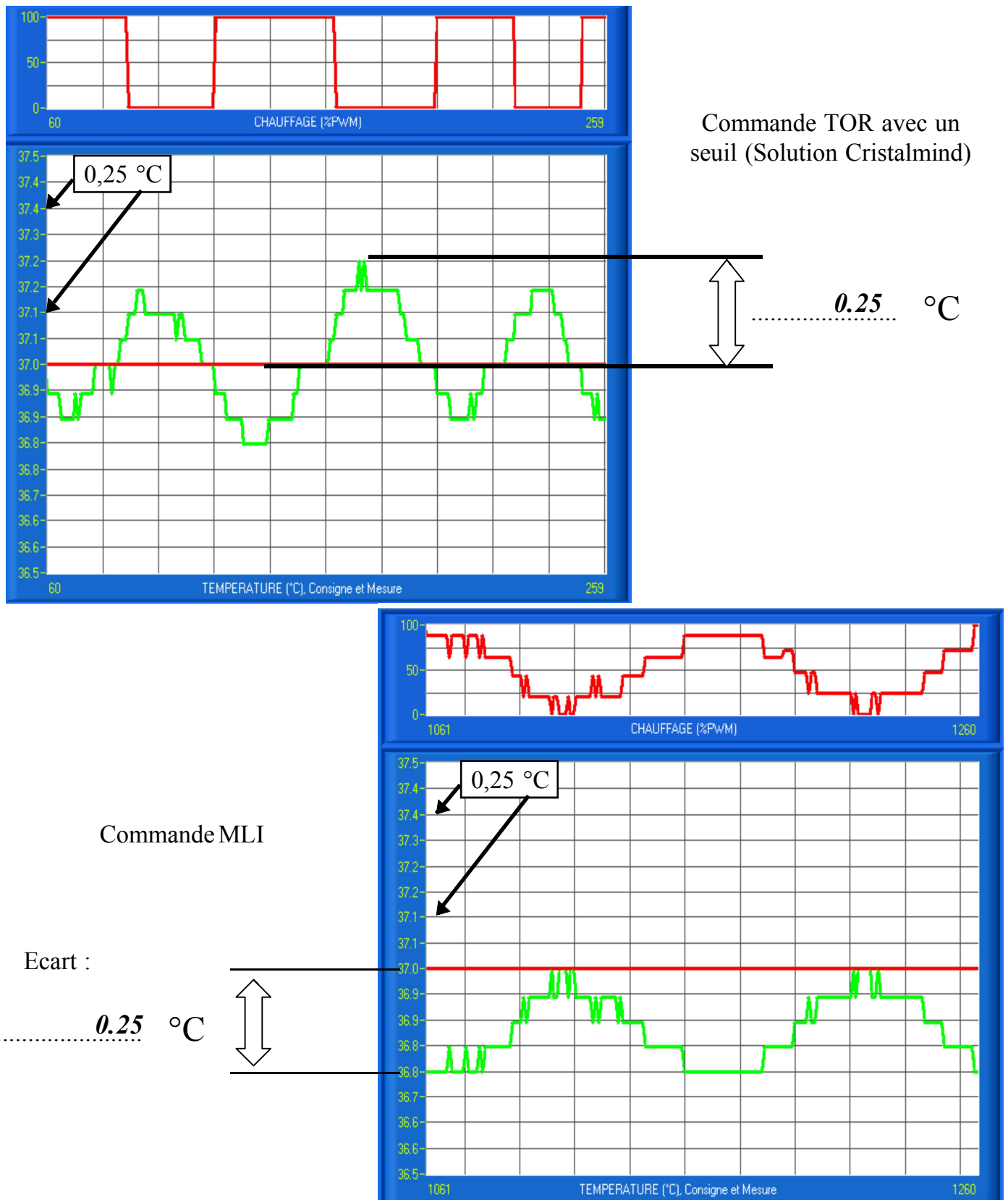


Figure 10 : choix du type de commande

*Pour le critère annoncé les deux solutions sont équivalentes (bien que l'ondulation soit moins importante avec la commande en MLI). La solution TOR (Cristalmind) a certainement été retenue pour sa simplicité et donc son coût.*