

# ETUDE DE LA COGENERATION

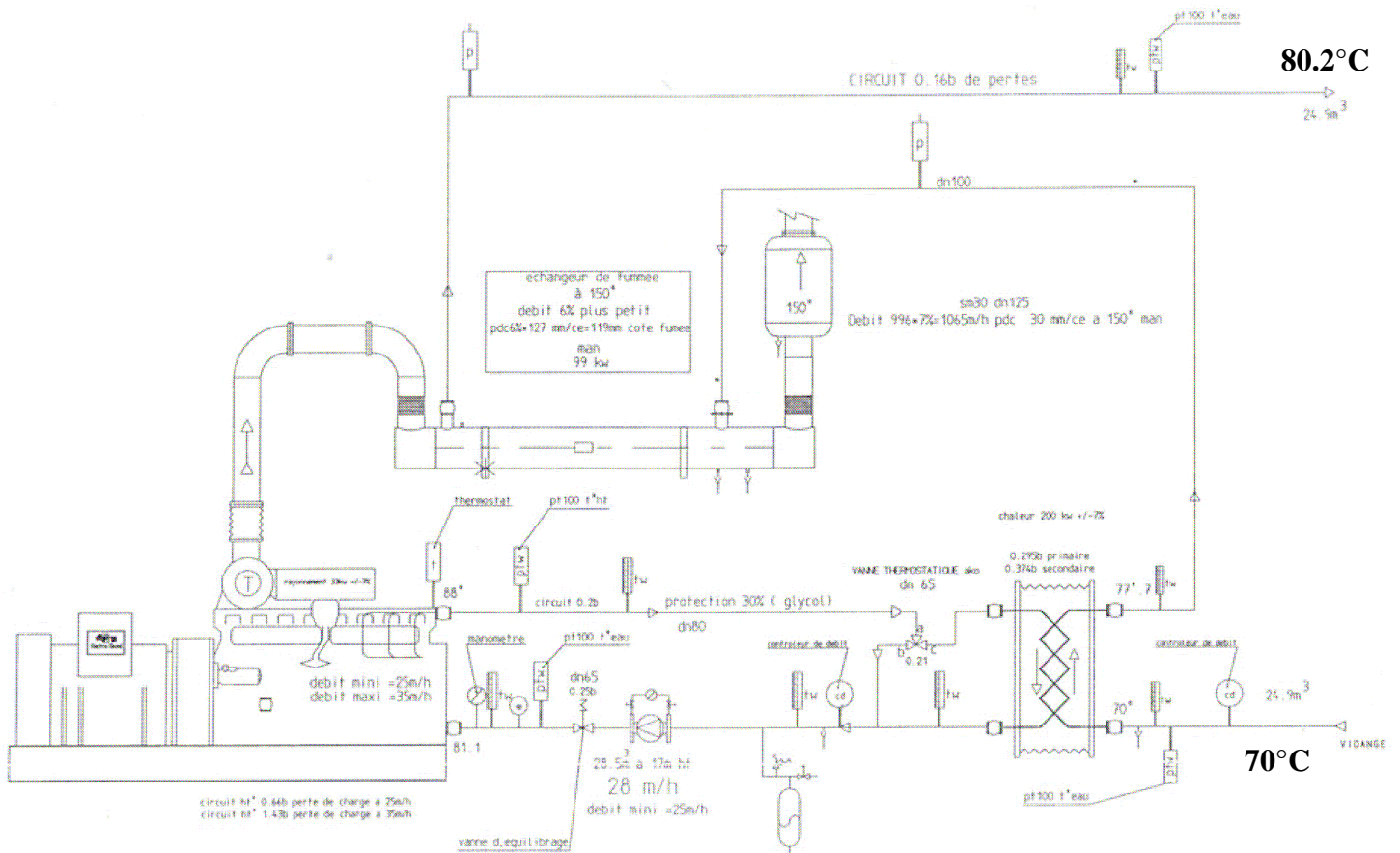
- Mise en évidence de l'amélioration du rendement par récupération de chaleur

## A1 Mise en évidence de l'amélioration du rendement par récupération de chaleur

*L'objectif de cette partie est de montrer l'intérêt d'un module de cogénération pour produire l'énergie nécessaire à un processus industriel.*

QUESTION n°1 : Encadrer, à l'aide des numéros, sur le schéma du module de cogénération

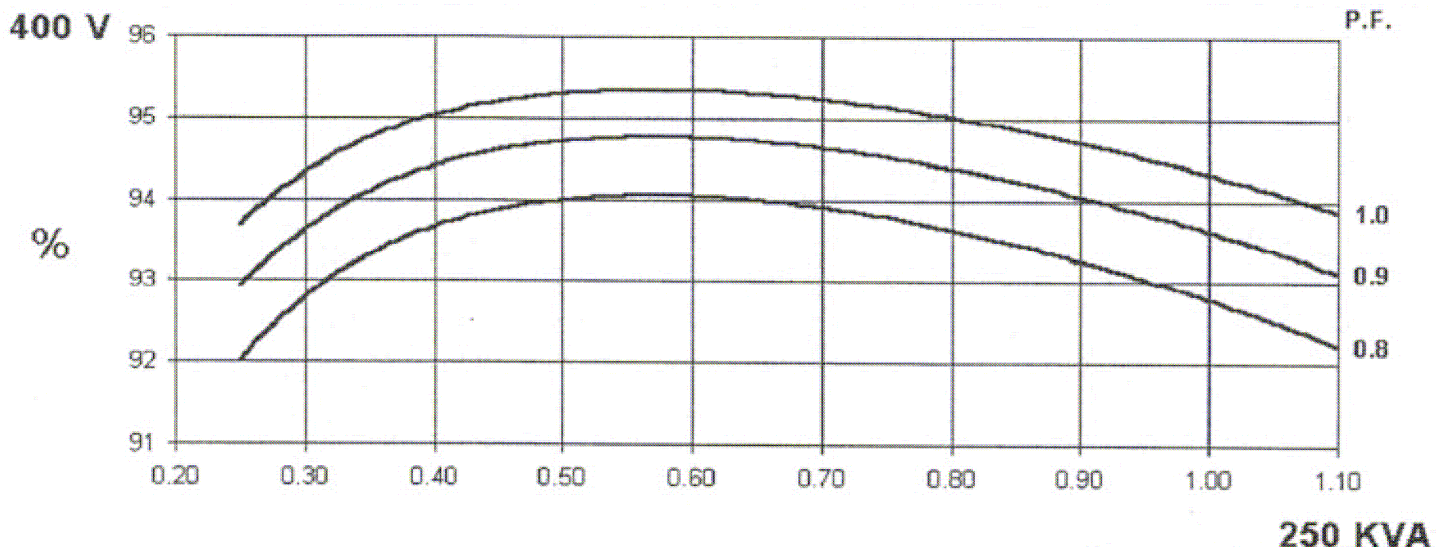
- En bleu : le bloc moteur-alternateur (1)
- En marron : le circuit de refroidissement du moteur (2)
- En rouge : l'échangeur de chaleur circuit de refroidissement du moteur (3)
- En vert foncé : le circuit d'évacuation des gaz d'échappement (4)
- En vert claire : la partie récupération de la chaleur des gaz d'échappement (5)



QUESTION n°2 : Calculer la puissance apparente de l'alternateur (voir présentation page PR 6).

QUESTION n°3 : En déduire son rendement (voir D.T. A1 ou courbe page suivante).

QUESTION n°4 : Calculer alors la puissance mécanique (notée  $P_{méca}$ ) à fournir par le moteur.



Pour les calculs suivants, la puissance mécanique sera **Pm = 180 kW**.

Pour les quatre questions suivantes (détermination du pourcentage de charge du moteur, détermination des puissances thermiques refroidissement et échappement ainsi que la détermination de la puissance combustion gaz) on utilisera la méthode d'extrapolation linéaire en considérant la courbe entre les points connus comme étant une droite (voir rappel page 4 / 4).

QUESTION n°5 : Calculer le pourcentage de charge du moteur (voir tableau DT A2 ou ci-dessous).

QUESTION n°6 : Calculer la puissance thermique récupérée sur le circuit de refroidissement (Pth1).

QUESTION n°7 : Calculer la puissance thermique récupérée sur les gaz d'échappement (Pth2).

QUESTION n°8 : Calculer la puissance équivalente produite par la combustion du gaz (Pgaz).

Charge du moteur	100 %	$q_5$	75 %	50 %
------------------	-------	-------	------	------

Flux d'énergie					
Par combustion du gaz	kW	610	$q_8$	473	343
Puissance mécanique	kW	208	180	156	104
Récupération sur le circuit de refroidissement (Pth1)	kW	202	$q_6$	164	127
Récupération par refroidissement des gaz d'échappement à 120°C (Pth2) kW		125	$q_7$	92	63

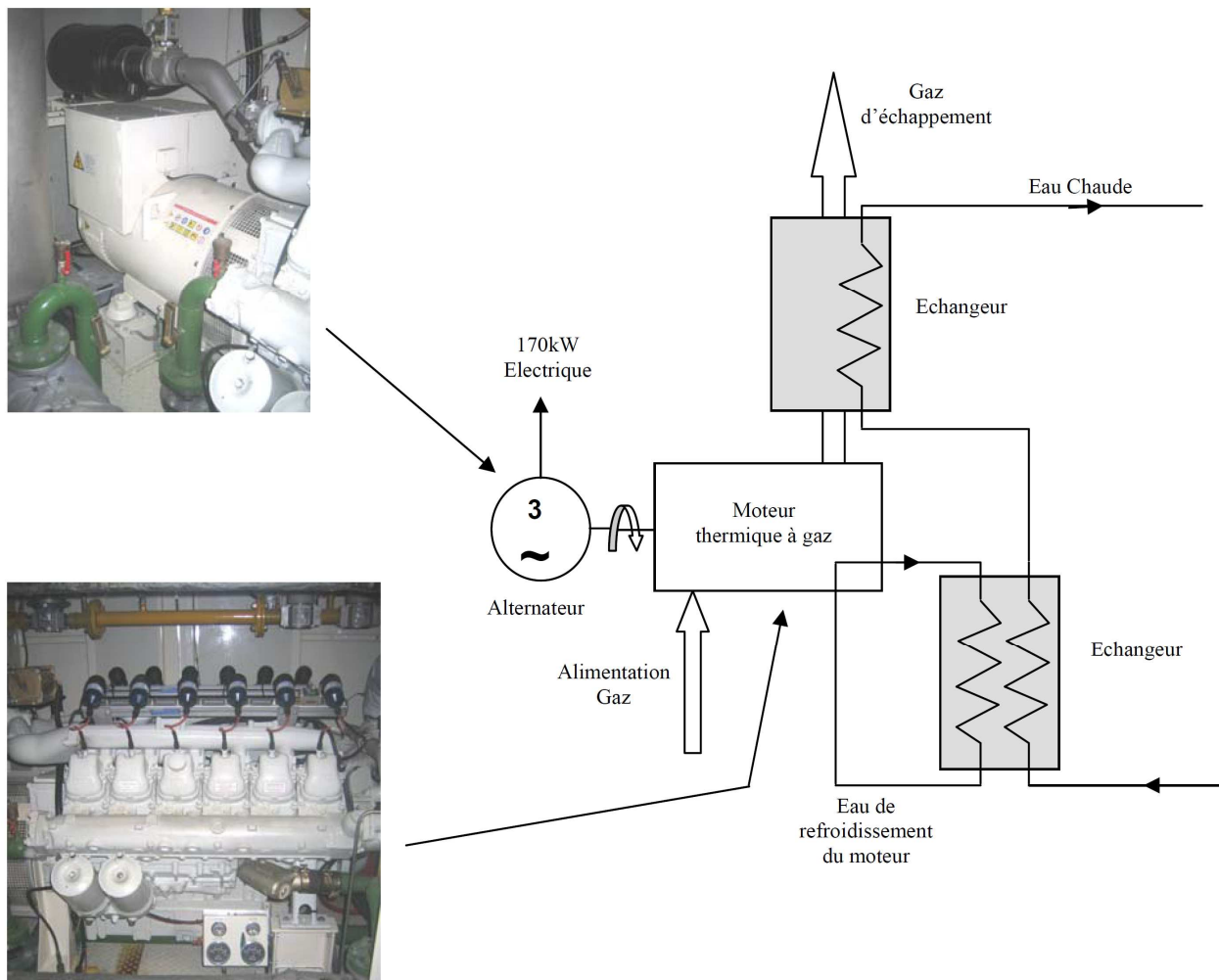
QUESTION n°9 : Grâce aux résultats précédents, calculer le rendement  $\eta_1$  du groupe moteur alternateur sans récupération thermique.

QUESTION n°10 : Grâce aux résultats précédents, calculer le rendement  $\eta_2$  du groupe moteur alternateur avec récupération thermique

QUESTION n°11 : Conclure sur l'intérêt du module de cogénération

La chaleur récupérée sur le moteur à gaz est utilisée pour chauffer un circuit d'eau fournissant des calories aux bassins et aux différentes sources de chauffage de l'air ambiant.

### Rappel du Synoptique de fonctionnement



QUESTION n°12 : Pour quantifier l'échange de calories entre le circuit d'eau chaude et les récupérateurs d'énergie thermique montés sur le moteur, il vous est demandé de calculer la variation de température notée,  $\Delta \square$  dans le circuit d'eau chaude sachant que le débit est de 24,9 m<sup>3</sup>/h, si on considère **Pth1 = 185 kW** et **Pth2 = 110kW** (voir formule DT A2).

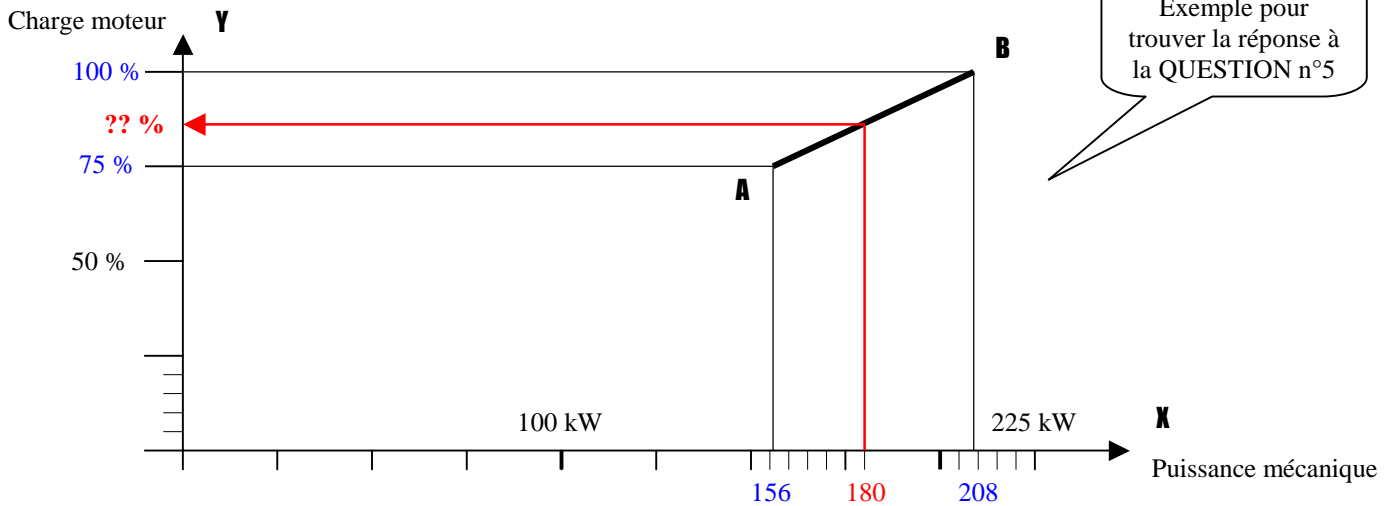
*Nota : Toute l'énergie thermique récupérée sera transmise sous forme de chaleur à l'eau.*

QUESTION n°13 : Calculer la variation de température  $\Delta \square 1$  dans le premier échangeur (refroidissement).

QUESTION n°14 : Calculer la variation de température  $\Delta \square 2$  dans le second échangeur (fumée).

QUESTION n°15 : Vérifier que la température de l'eau sort du deuxième échangeur à 80°C environ si l'eau entre dans le premier à 70°C.

## Rappel sur l'équation d'une droite



L'équation d'une droite est de la forme :  $y = (m \times x) + p$

Pour trouver une équation de droite, dont on connaît deux points **A** & **B**, on calcule le coefficient directeur **m** de cette droite grâce à la formule suivante :

$$m = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

Ensuite, sachant que  $y = (m \times x) + p$ , alors il ne reste plus qu'à remplacer dans cette équation **m** par le résultat que l'on a trouvé, et **x** et **y** par les coordonnées d'un point appartenant à cette droite.

On trouve alors la valeur de **p** et on peut donc écrire l'équation de la droite que l'on a trouvée.

EXEMPLE : Nous voulons trouver l'équation de la droite (**AB**) qui passe donc par **A** ( $X_A; Y_A$ ) et **B** ( $X_B; Y_B$ ).

Pour cette exemple, les coordonnées de **A** et **B** sont **A** (-3;9) et **B** (4;-5)

L'équation de la droite (**AB**) est de la forme :  $y = (m \times x) + p$

Calculons le coefficient directeur **m** :  $m = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$  donc  $m = \frac{-5 - 9}{4 - (-3)}$   $m = \frac{-14}{7}$  **m = -2**

Maintenant je remplace **m** et les coordonnées de **A** dans l'équation.

$y = (m \times x) + p$        $9 = (-2 \times (-3)) + p$       donc       $9 = 6 + p$       soit      **p = 3**

Alors l'équation de la droite (**AB**) est : **y = -2 x + 3**