



ANIMATION RÉGIONALE - NOUVELLE AQUITAINE
dans le cadre des journées chaleur renouvelable de l'ADEME

JOURNÉE DE SENSIBILISATION À LA GÉOTHERMIE DE SURFACE

JEUDI 8 DÉCEMBRE 2022 | 8H30 - 16H15

📍 Bergerac

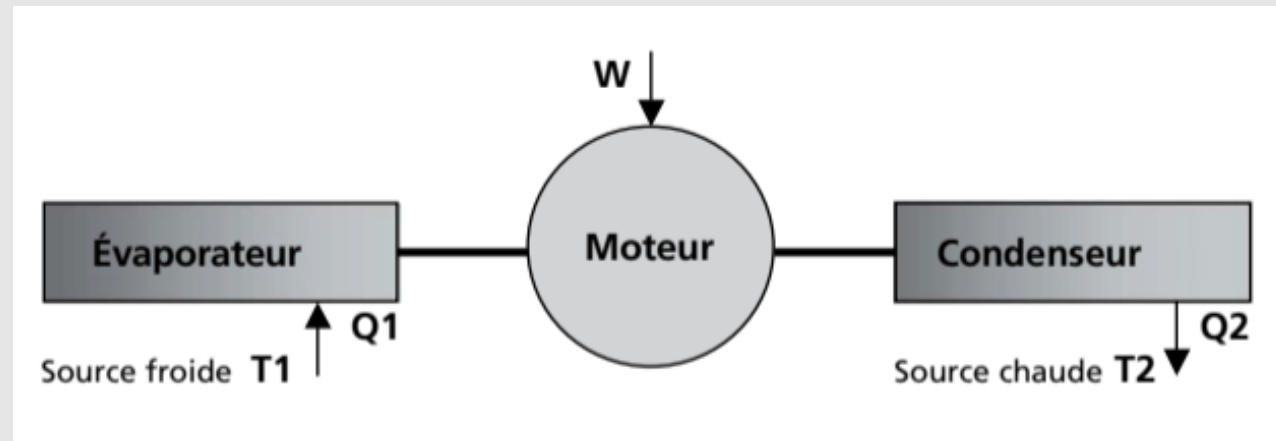
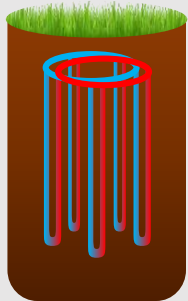
OPTIMISER LES PERFORMANCES DE SON INSTALLATION

Benoît MELOT, codirigeant du bureau d'études ODETEC



Principe thermodynamique

Schéma de principe simplifié d'une machine thermodynamique à compression



L'énoncé des principes de la thermodynamique par Carnot en 1824

$$Q2 = Q1 + W \quad 1^{er} \text{ principe}$$

Principe thermodynamique

Sensibilité de la performance à l'écart de T° entre la source chaude et la source froide

$$\text{COP} = T_2 / (T_2 - T_1) \quad 2^{\text{ème}} \text{ principe}$$

$$\text{COP} = 40 / (40 - 10)^*$$

$$\text{EER} = Q_1 / W$$

$$\text{COP} = 60 / (60 - 10)^*$$

Température source froide °C	10	10	10	20	30
Température source chaude °C	40	60	90	60	90
COP théorique de Carnot	10.4	6.7	4.5	8.3	11.1
COP effectif (ordre de grandeur)	5,2	3,3	2,0	4,2	4,5
Coefficient d'efficacité énergétique Cfr ou EER	4,7	2,8			

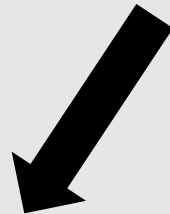
En pratique :
rendement moteur,
efficacité échangeur,
pertes de charges des circuits frigo,
...

* T° à mettre en Kelvin

PREMIERE CONCLUSION (1)



L'importance de la température de la source chaude sur l'efficacité de la PAC



l'importance de la nature des émetteurs (régime de T°)



l'importance des natures d'application (chauffage / ECS)

Dissocier le périmètre **production** de la **distribution**

La **production**

=

le système énergétique
(**chaud** et/ou **froid**)

La **distribution**

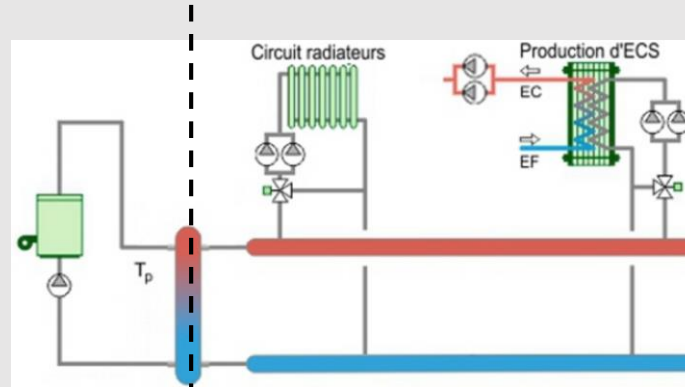
=

les installations dans le bâtiment
(émetteur **chauffage** et/ou **froid** et/ou **ECS**)

Installation (autre que la géothermie)

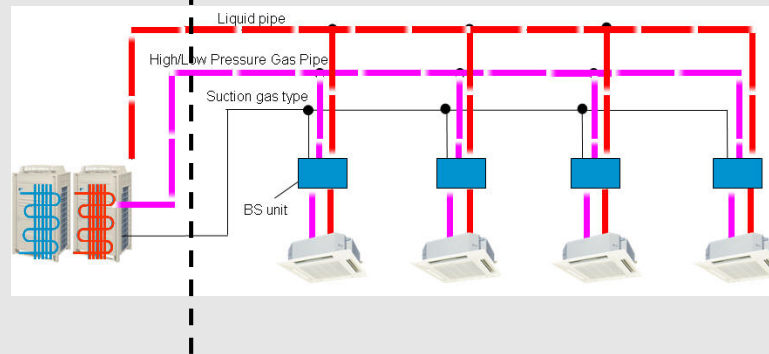
Chaudière gaz,
....

Production
Production

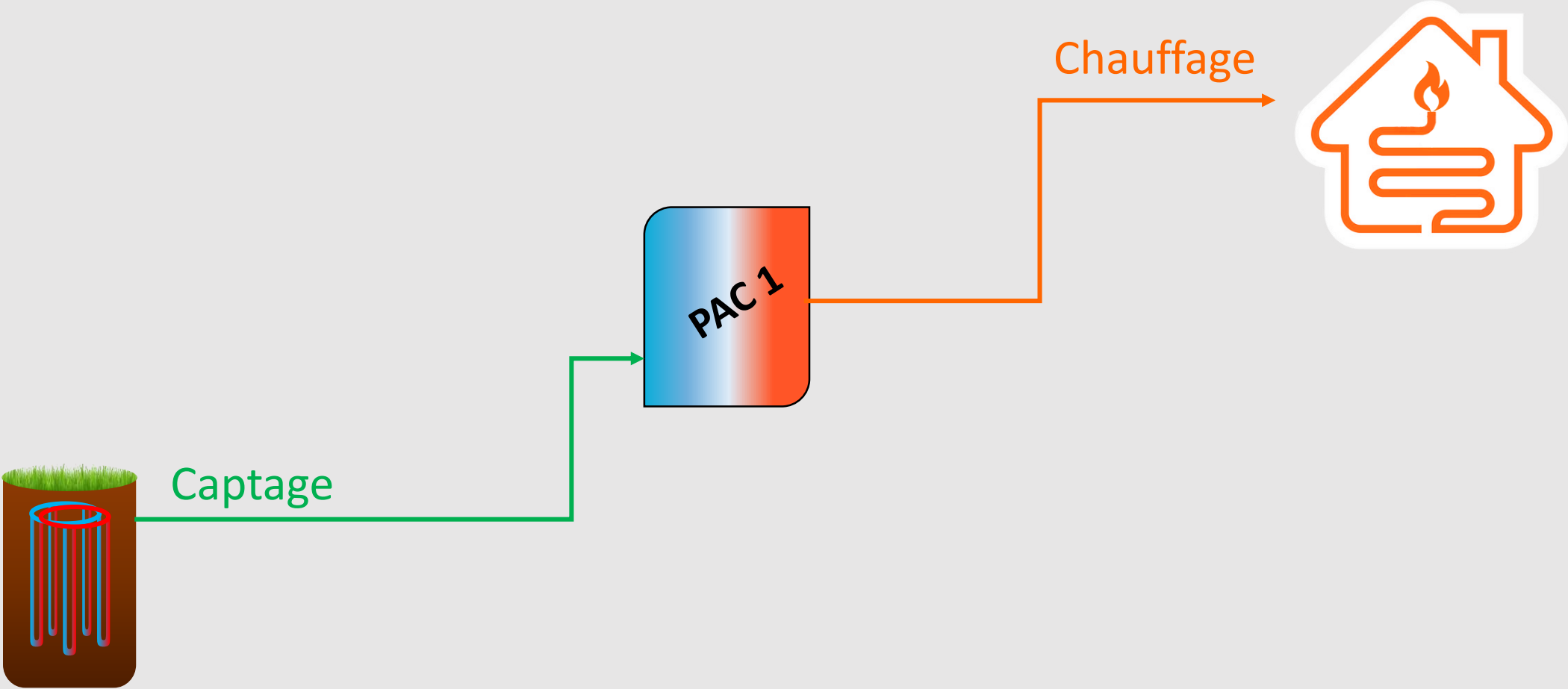


Distribution
Distribution

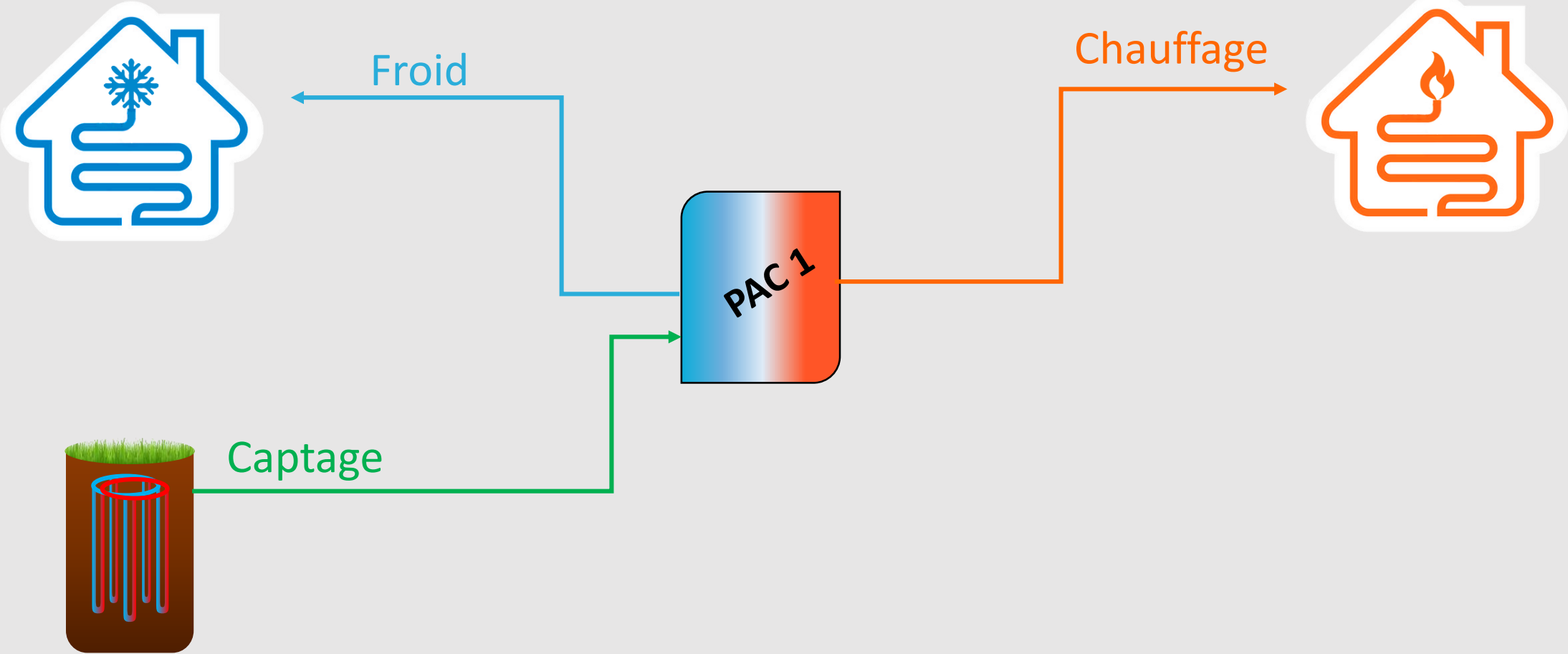
Groupe froid EG,
DRV,
....



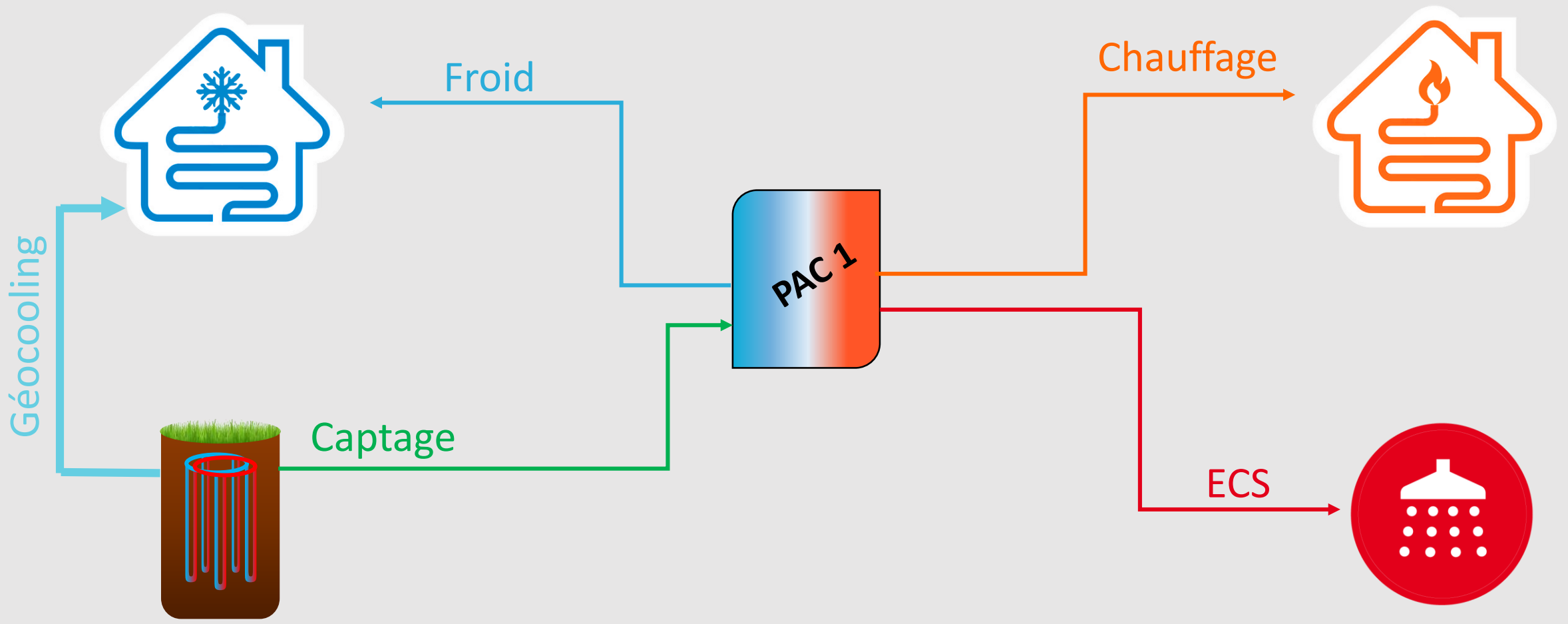
La géothermie (chauffage seul)



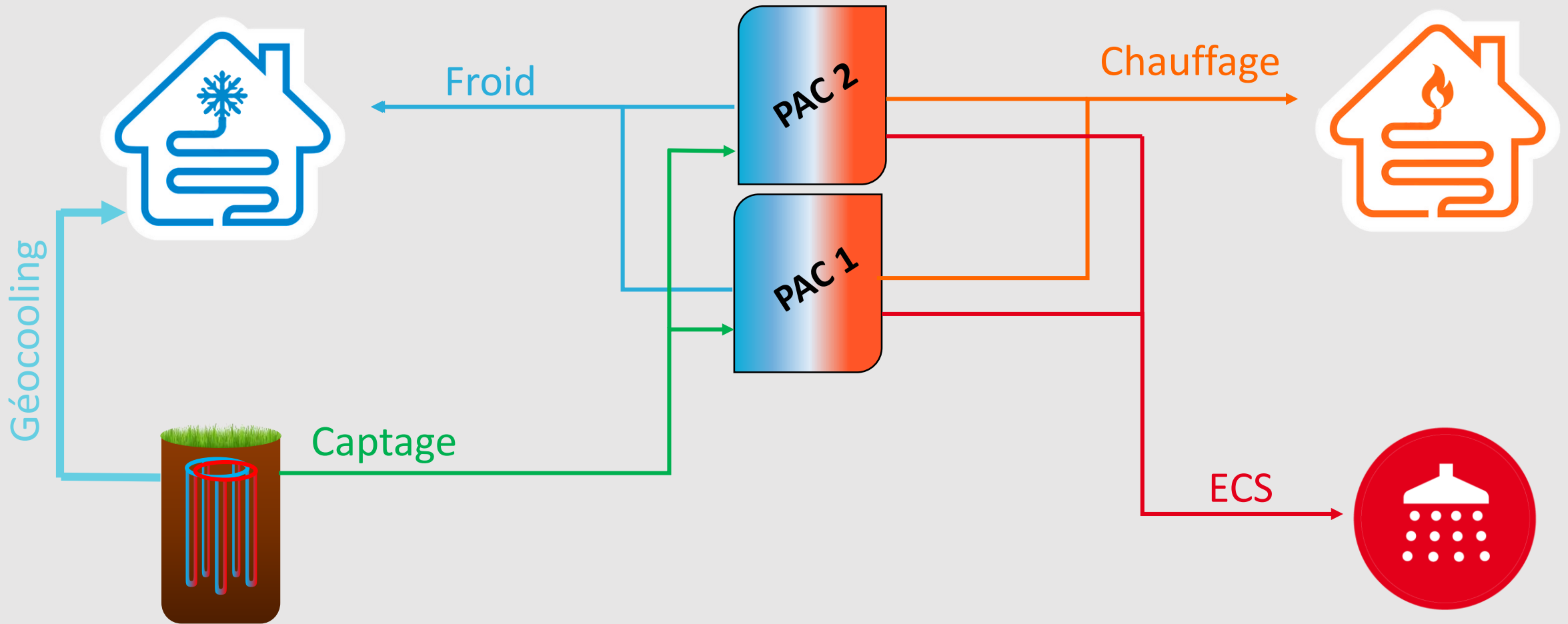
La géothermie *(chauffage et/ou froid)*



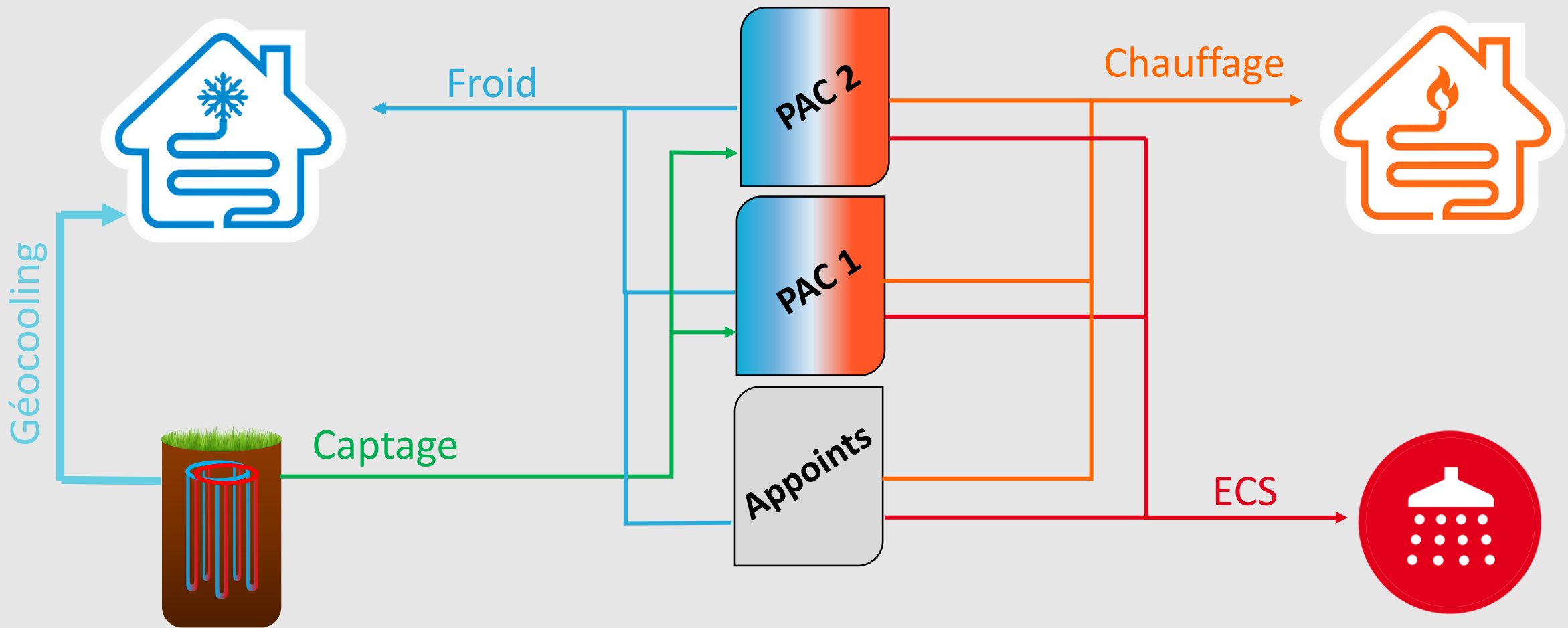
La géothermie (*chauffage et/ou froid et/ou ECS*)



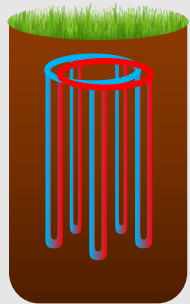
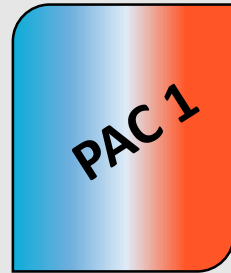
La géothermie (2 PAC et/ou 2 compresseurs)



La géothermie (avec gestion d'un appoint ?)



La géothermie *(auxiliaires de fonctionnement)*



Les auxiliaires de fonctionnement et de régulation :

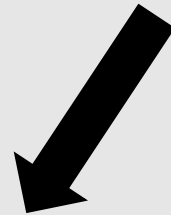
- Les circulateurs
- Les vannes de régulation



DEUXIEME CONCLUSION (2)



L'importance de l'analyse fonctionnelle



Les modes de fonctionnement
(chaud, froid, ECS,... et les combinaisons)

Les régimes de températures

L'hydraulique : essentiel pour la performance

La puissance d'une PAC est dépendante de la température d'évaporation et de condensation

Ces températures sont influencées par les régimes de température et donc les delta T

De plus en plus de PAC ont plusieurs compresseurs donc plusieurs étages de puissance



POUR OPTIMISER LE COP MACHINE

il faut conserver les delta T (évap. et cond.) et donc adapter les débits

Impact de la température d'évaporation sur COP, Pf,...

P. Frigo

Tc \ Te	-30.0	-25.0	-20.0	-15.0	-10.0	-5.0	0.0	5.0
10.0								
15.0								
20.0								44.80
25.0								42.90
30.0								41.00
35.0								38.90
40.0								36.70
45.0								34.20

Tc \ Te	-30.0	-25.0	-20.0	-15.0	-10.0	-5.0	0
10.0							39.70
15.0							38.10
20.0							36.40
25.0							34.70
30.0							32.80
35.0							30.80
40.0							28.60
45.0							28.60

- 16 % de puissance

COP

Tc \ Te	-30.0	-25.0	-20.0	-15.0	-10.0	-5.0	0.0	5.0
10.0								
15.0								
20.0								8.79
25.0								7.56
30.0								6.49
35.0								5.54
40.0								4.69
45.0								3.93

Tc \ Te	-30.0	-25.0	-20.0	-15.0	-10.0	-5.0	0
10.0							8.99
15.0							7.66
20.0							6.54
25.0							5.57
30.0							4.72
35.0							3.96
40.0							3.29
45.0							3.29

- 15 % de COP

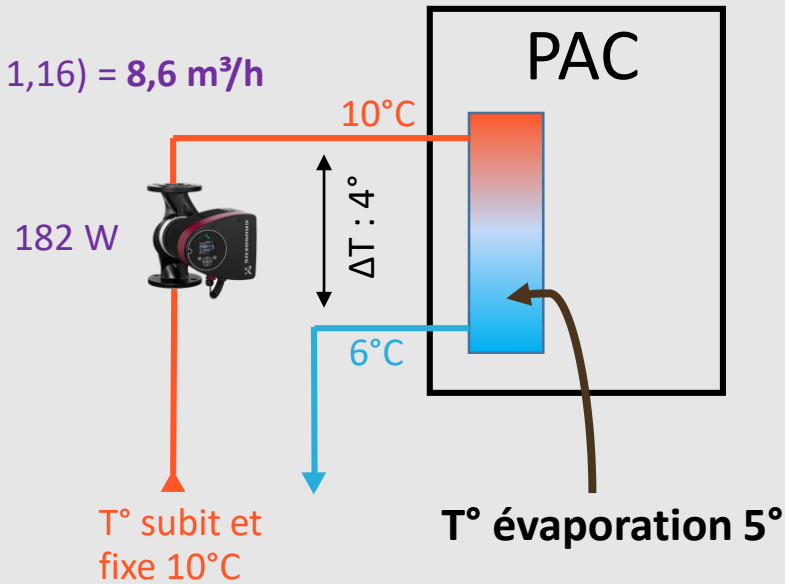
A retenir → perte de 1 °C = - 3 % de rendement

L'hydraulique : débit et delta T° (évaporateur)

COP = 4,69

36,7 kW 9,9 kW 46,1 kW

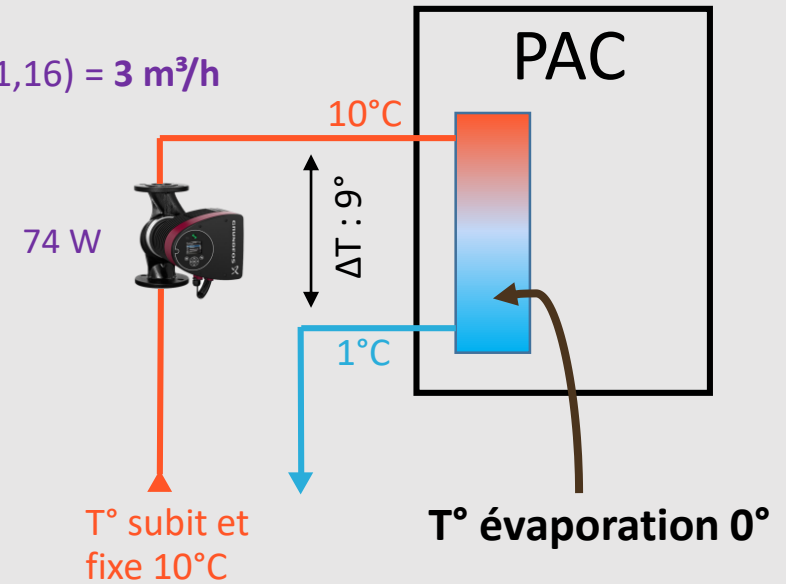
$$36,7 / (4 \times 1,16) = 8,6 \text{ m}^3/\text{h}$$



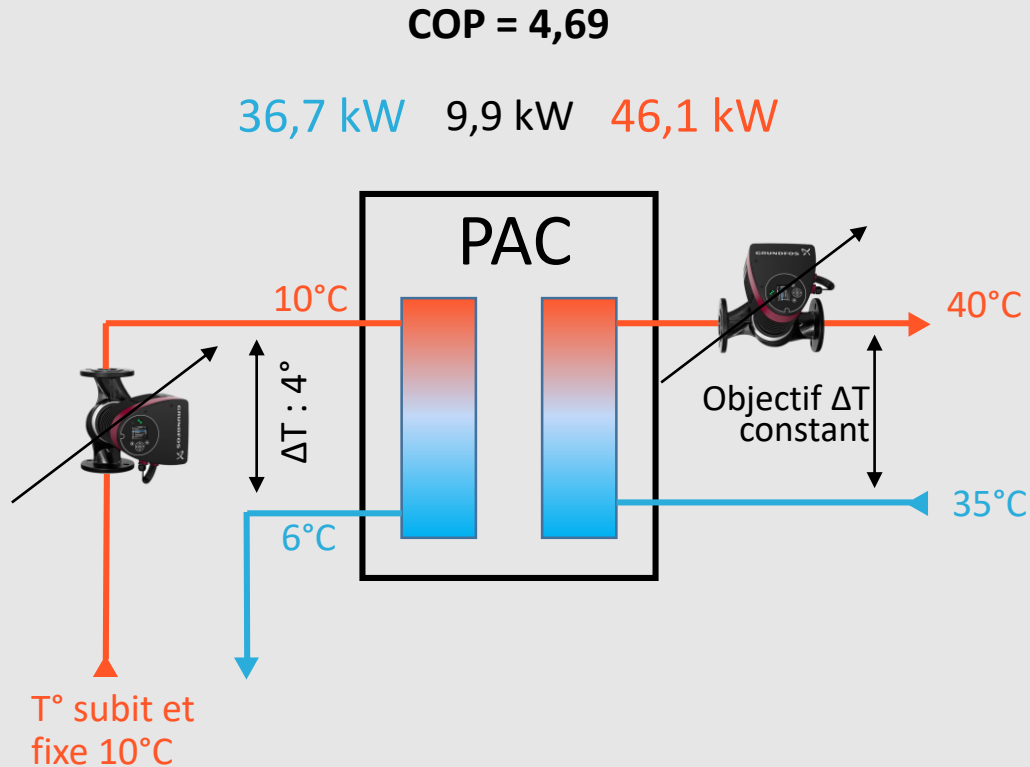
COP = 3,96

30,8 kW 10,4 kW 41,2 kW

$$30,8 / (9 \times 1,16) = 3 \text{ m}^3/\text{h}$$



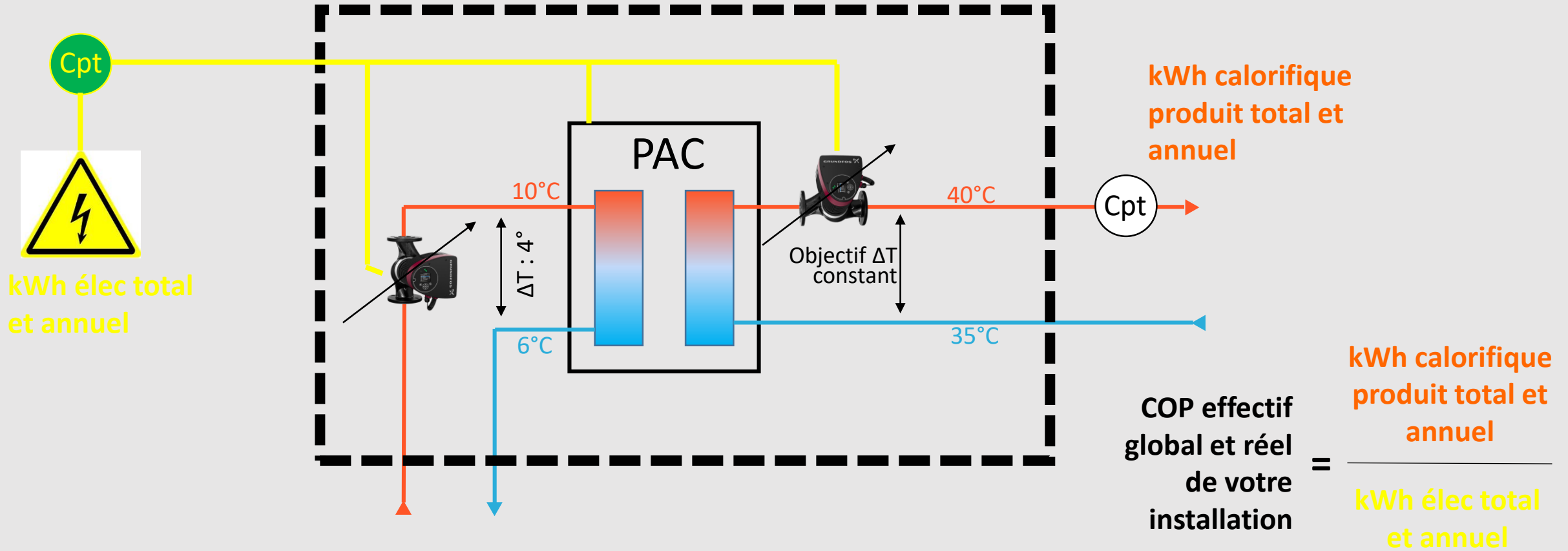
L'hydraulique : côté condenseur



Si besoin de baisse dans le bâtiment :

- diminuer la température de départ des réseaux,
 - et/ou diminuer à la température de retour,
- donc il faut faire varier la vitesse des circulateurs pour maintenir le delta T constant aux bornes du condenseur

Le COP global de l'installation





CONCLUSION (3) : l'essentiel

L'analyse fonctionnelle doit être poussée (prendre du temps)

- Les modes de fonctionnement (chaud, froid, ECS,... les combinaisons)
- Les régimes de température
- Les modes de régulation des circulateurs (source froide et source chaude)
- La gestion des appoints
- La gestion des cascades de compresseurs et/ou de PAC
- ...



**ODETEC dispose de la qualification
OPQIBI 2013 : Ingénierie des installations de
production utilisant l'énergie géothermique**



Bureau d'études ODETEC
Benoit MELOT - codirigeant

✉ **Nous écrire :**
benoit.melot@odetec.fr

☎ **Nous téléphoner :**
06 98 80 23 19

