

# Journée de sensibilisation à la géothermie

**Quels équipements, quel dimensionnement sont adaptés à votre bâtiment ?**

**Jean-Marc Percebois**

Vice président AFPG – Directeur de projet Accenta

# Les besoins thermiques des bâtiments.

## La PAC

*(fonctionnement et usages)*

**Jean-Marc PERCEBOIS**

Vice président AFPG filière géothermie de surface

*Directeur de projet*

**accenta.**

Le stockage intelligent des énergies du bâtiment

**19 juin 2018 à Rennes**

AGROCAMPUS AMPHI MATAGRIN B05

# La Pompe à Chaleur

## « PAC »

**Fonctionnement**

**Le rendement (COP)**

**Notion de puissance et dimensionnement**

**Les usages**

**Le tertiaire**

**Le stockage court et long terme**

**La boucle tempérée / Réseau**



# La Pompe à 'de' Chaleur

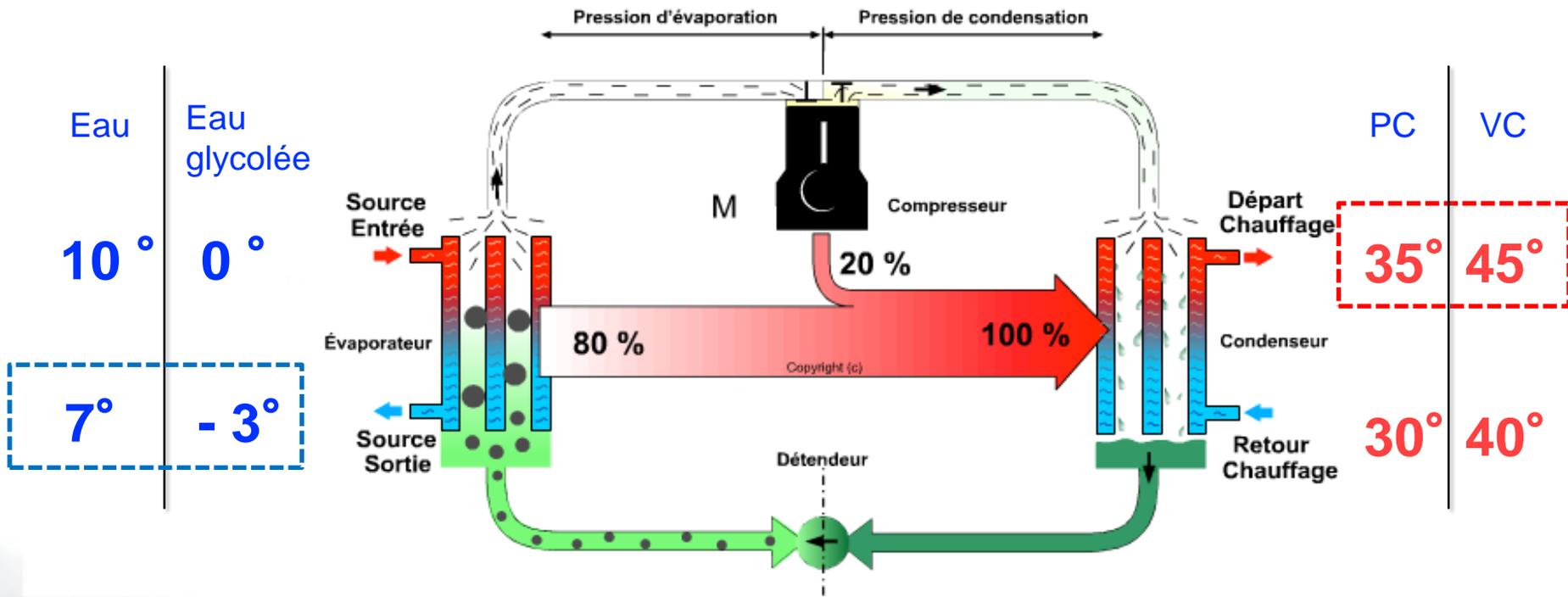
## « PAC »

La pompe à chaleur Géothermique ou PAC est constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un fluide frigorigène.

la pompe à chaleur  
**Prélève de la chaleur**  
contenu dans le sol, ou de l'eau d'un aquifère,  
et restitue cette chaleur à une température plus élevée

C'est UN « FRIGO » !

# Principe de Fonctionnement



**La Norme EN NF 14511 : Fixe les conditions d'essai des PAC**

# Notion de rendement - COP

Rappel de la loi physique

$$\text{COP (rendement)} = \text{P. Chaud} / \text{P. Elec}$$

## Avantage de la PAC géothermique

Les PAC ont aujourd'hui un

**Rendement de 400 à 700% ou**  
un COP de 4 à 7

**La consommation sera divisée d'autant**  
**par rapport à l'énergie thermique**



Pour comparaison :  
Une chaudière GAZ peut atteindre un rendement de 108% !

# Notion de rendement - Le COP

Les performances d'une PAC varient selon :

- les températures de distribution (**départ PAC**)
  - Plancher chauffant ( $<35^{\circ}$  C)
  - Radiateurs ( $<55^{\circ}$  C)
  - Ventilo-convecteurs (de 35 à  $55^{\circ}$  C, suivant dimensionnement)
  - Etc...
- les températures de la source de chaleur (**départ Captage**).



Le COP est inversement proportionnelle à l'écart des températures de captage et de chauffage.

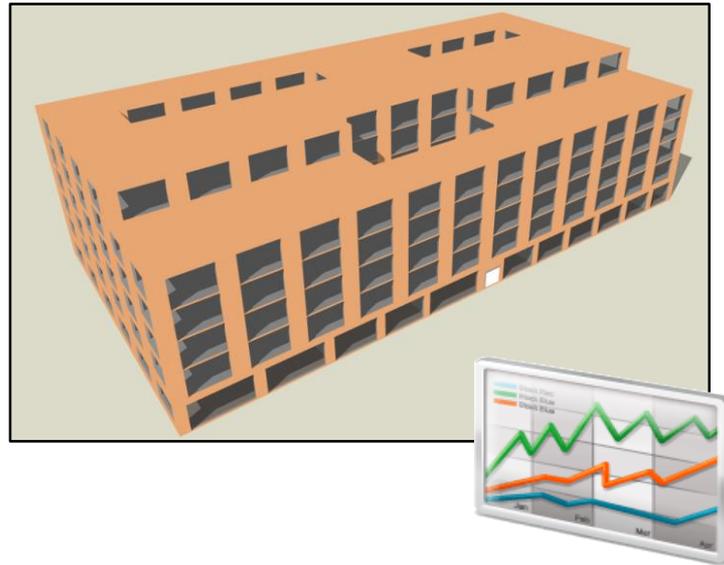
La performance est donc variable.

# Les usages...

- Plancher chauffant
- Radiateurs et/ou ventilo-convecteurs
- Produire de l'eau chaude sanitaire (ECS)
- Chauffer une piscine
- Géo-cooling (froid passif)
- PAC réversible (froid actif)
- Système mixte chaud et froid simultané
  - *ThermoFrigoPompe*



# Notion de dimensionnement



## Analyse des besoins énergétiques

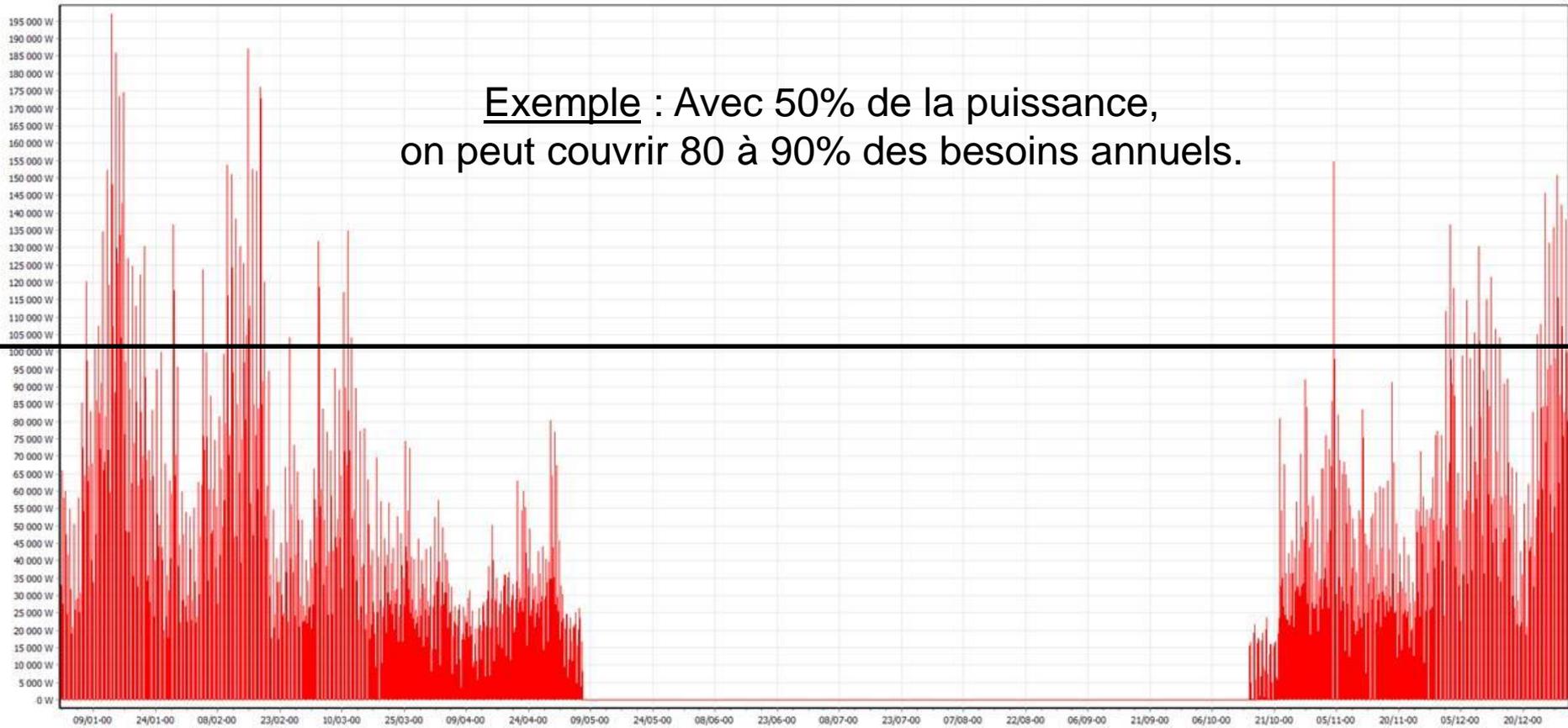
- Puissance à installer (RT Vs STD)
- Energie chaud
- Energie froid
- Energie ECS, ou autres (piscine...)
- Emetteurs (Définition de la température de chauffe => COP)
- **Analyse du contexte géologique**
- **Contraintes architecturales**
- **Régulation et automatisme !**

**Importance de faire appel à un bureau d'étude.**

## Couverture des besoins / Puissance PAC

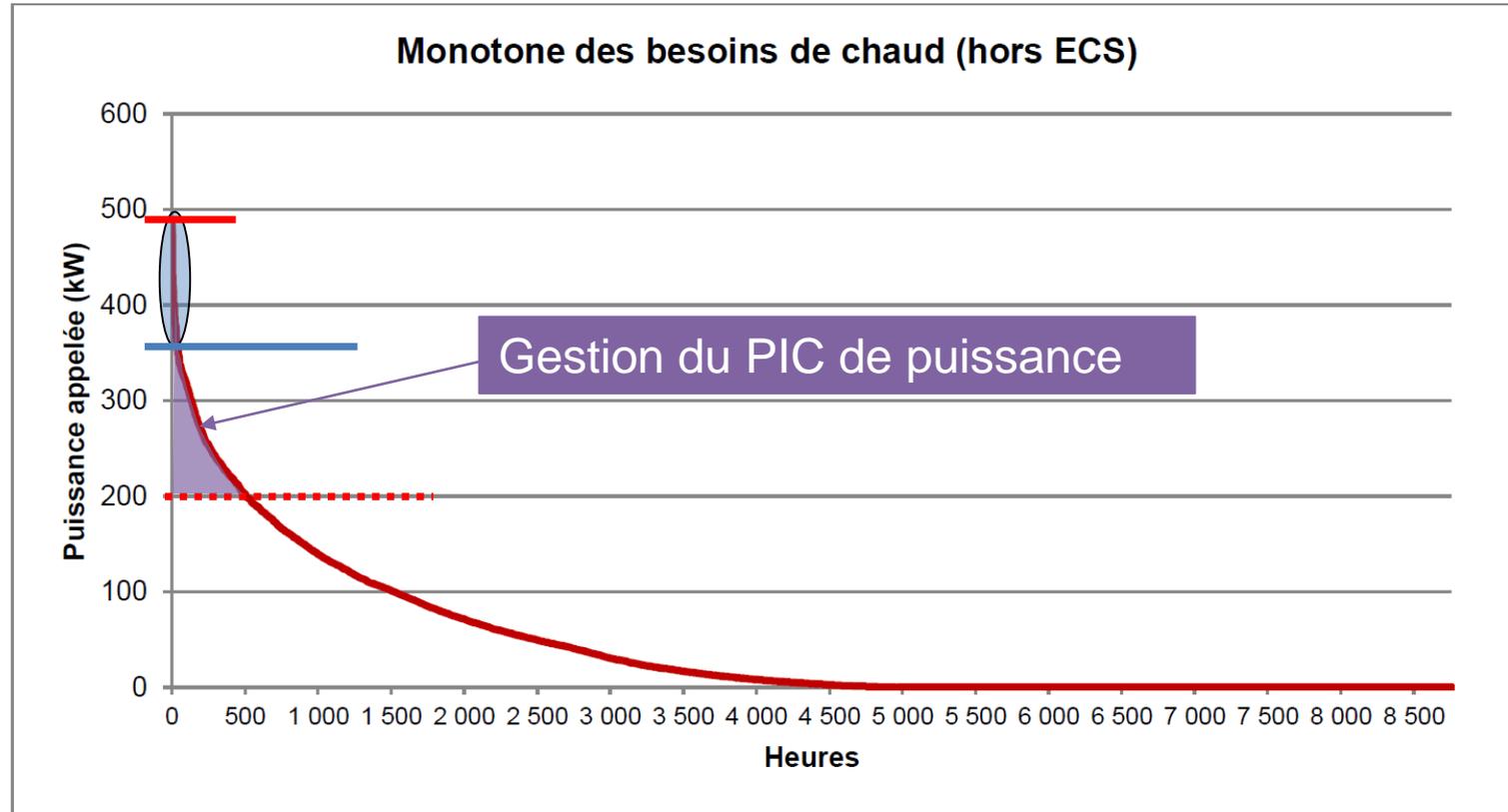
8-6/Chaufferie Puissance fournie Chauffage dégration

Exemple : Avec 50% de la puissance, on peut couvrir 80 à 90% des besoins annuels.

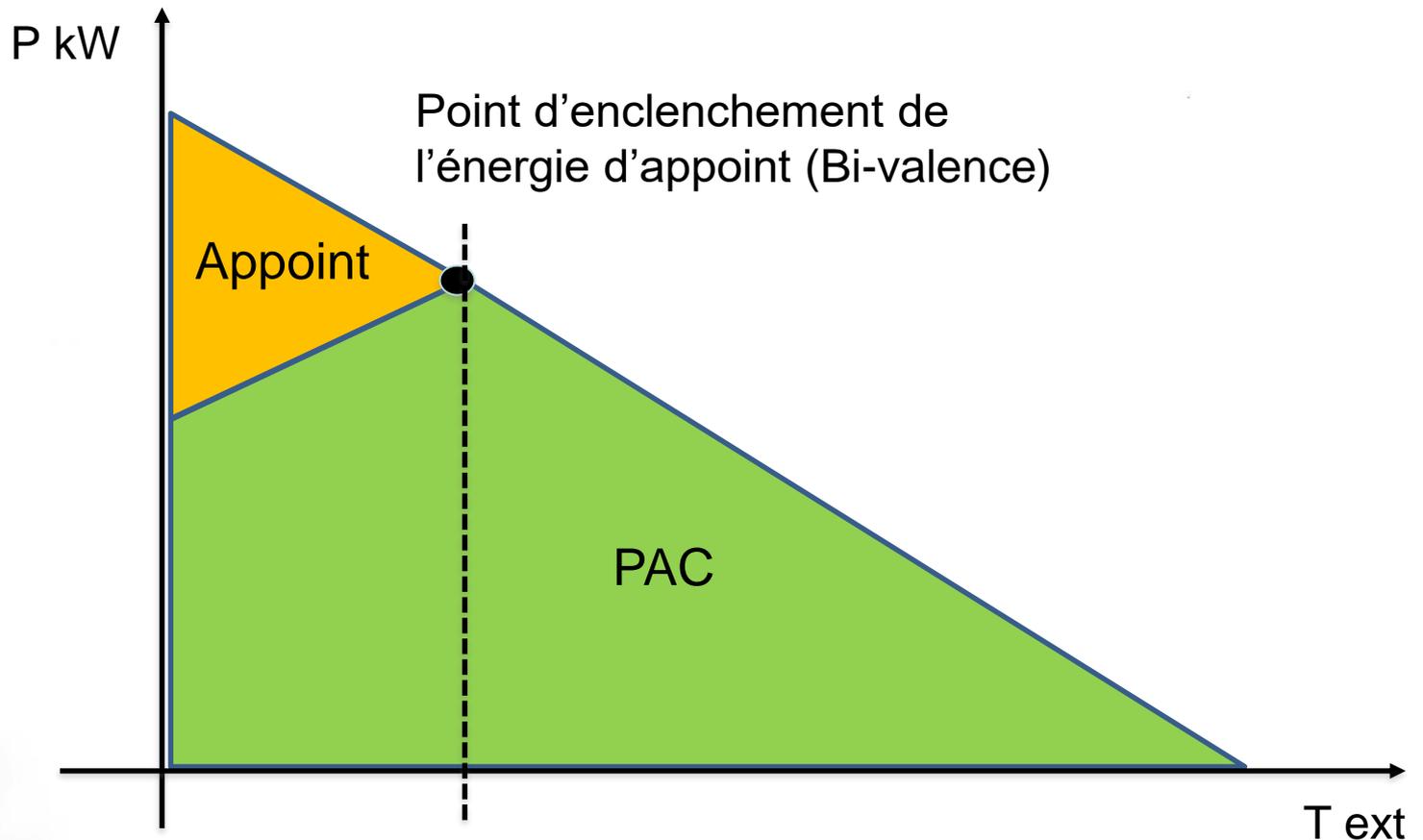


# Couverture des besoins / Puissance PAC

## Monotones

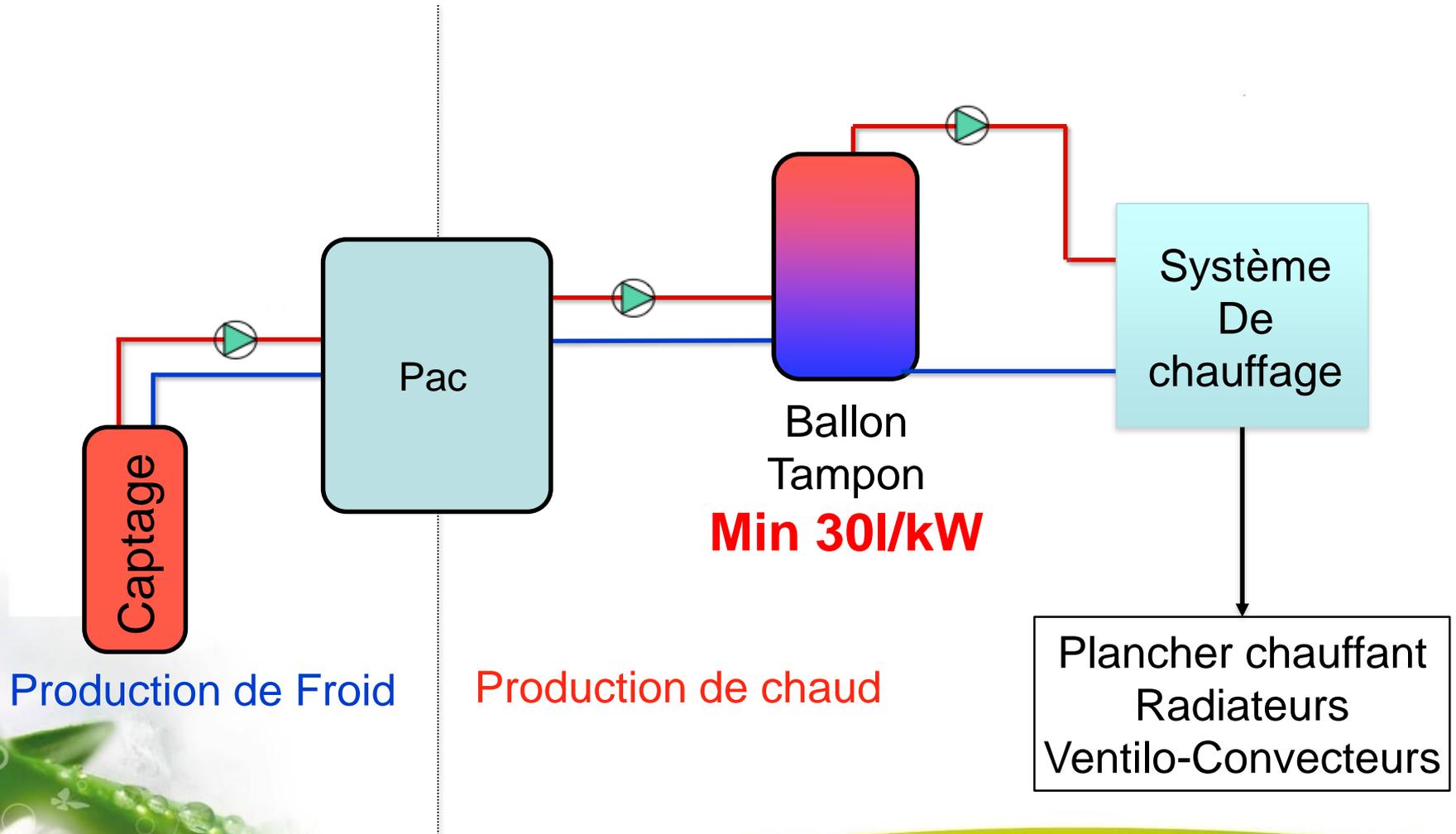


# Notion de dimensionnement

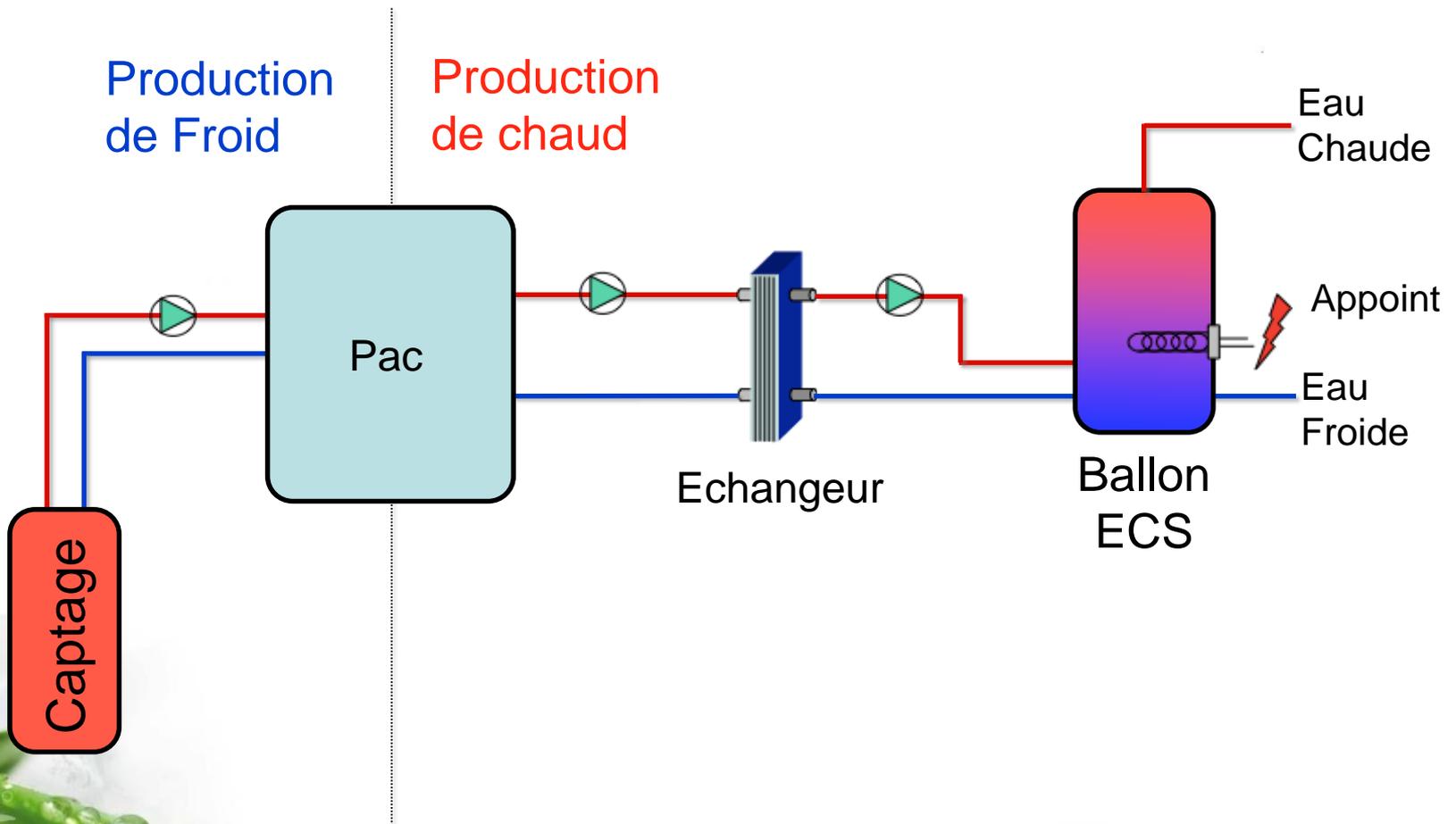


Notion de rentabilité par rapport à l'investissement.  
Calcul du retour sur investissement.

# Schéma de principe Mode chauffage seul

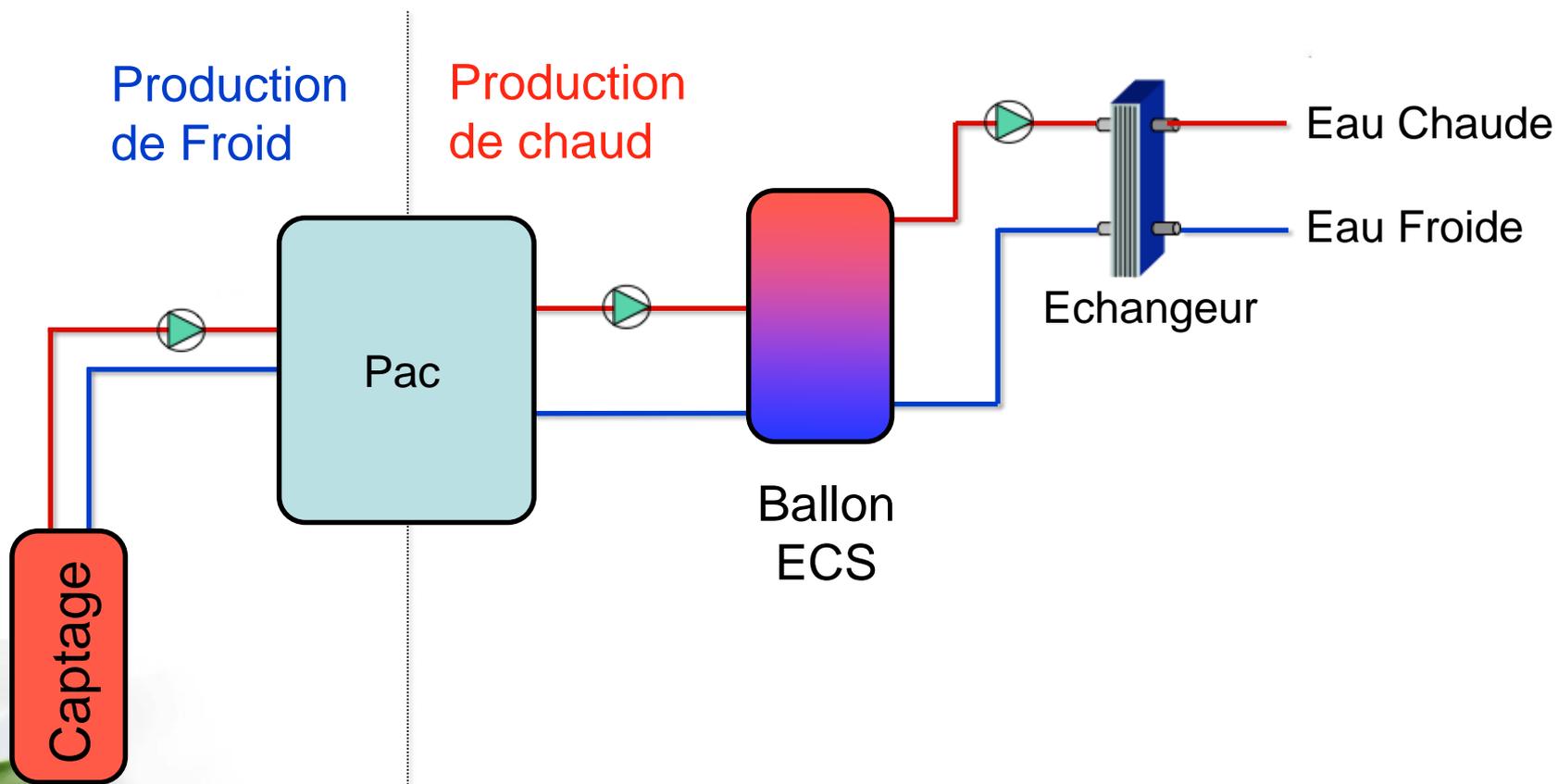


# Schéma de principe Production ECS par accumulation

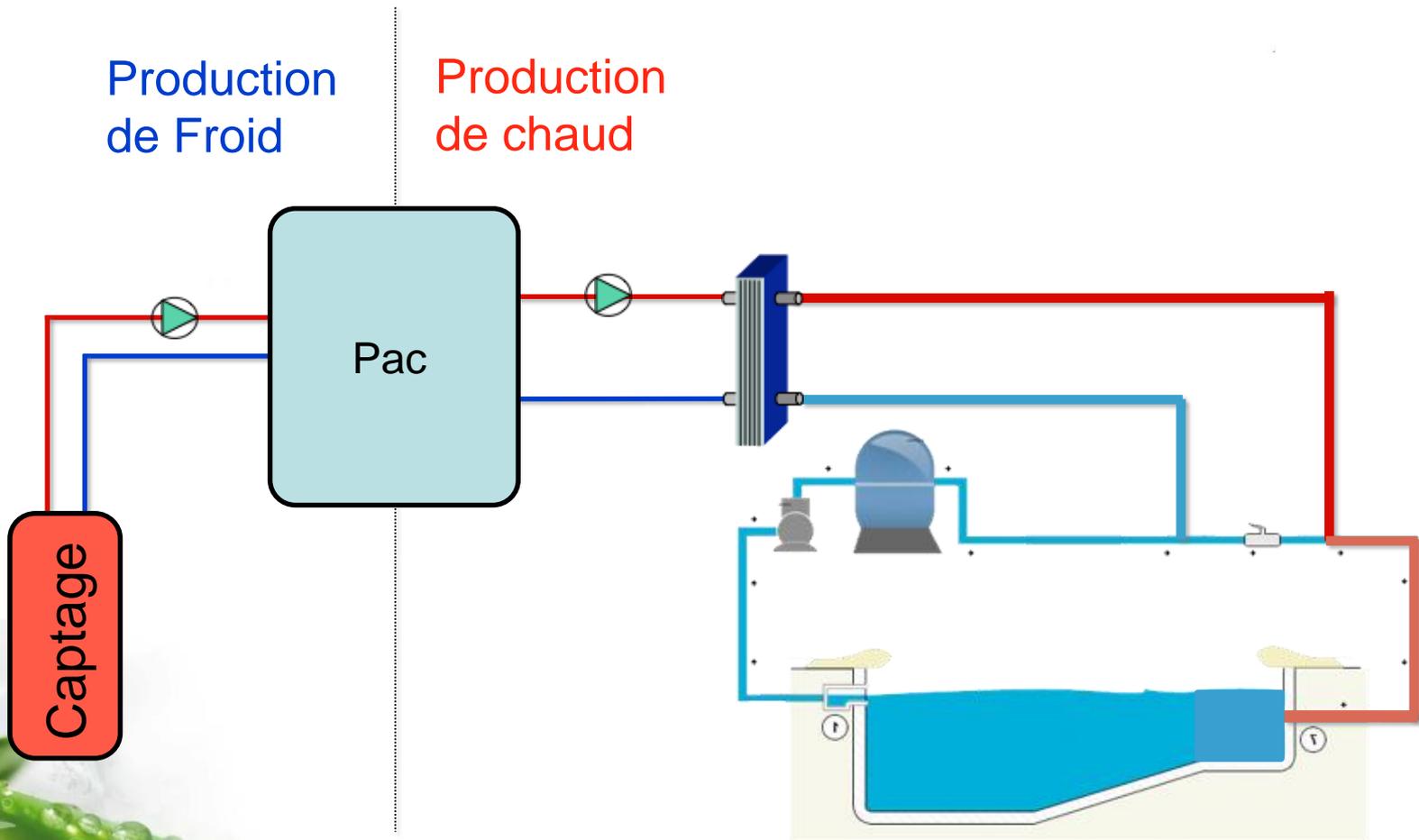


# Schéma de principe

## Production ECS semi-instantanée

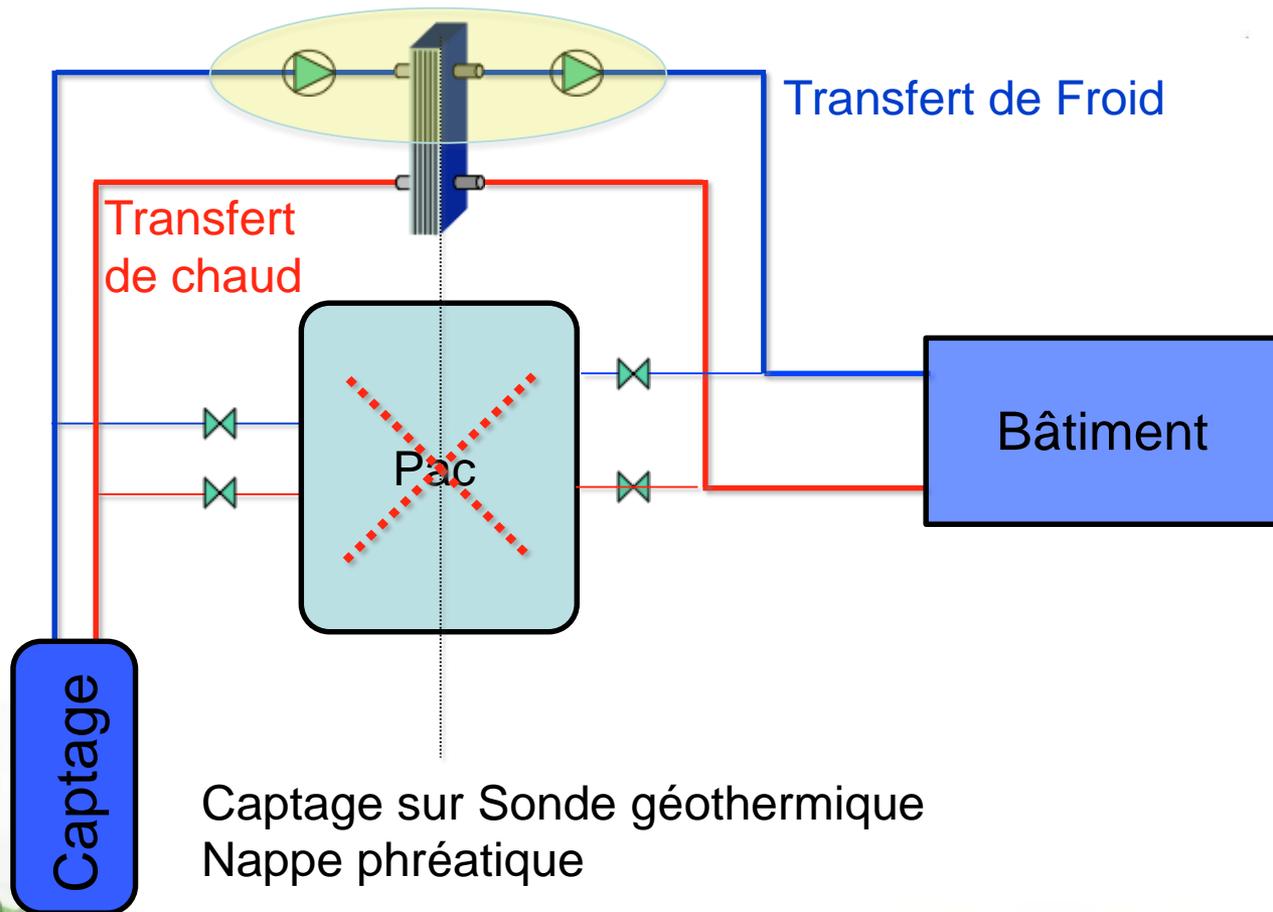


# Schéma de principe Chauffage d'une piscine

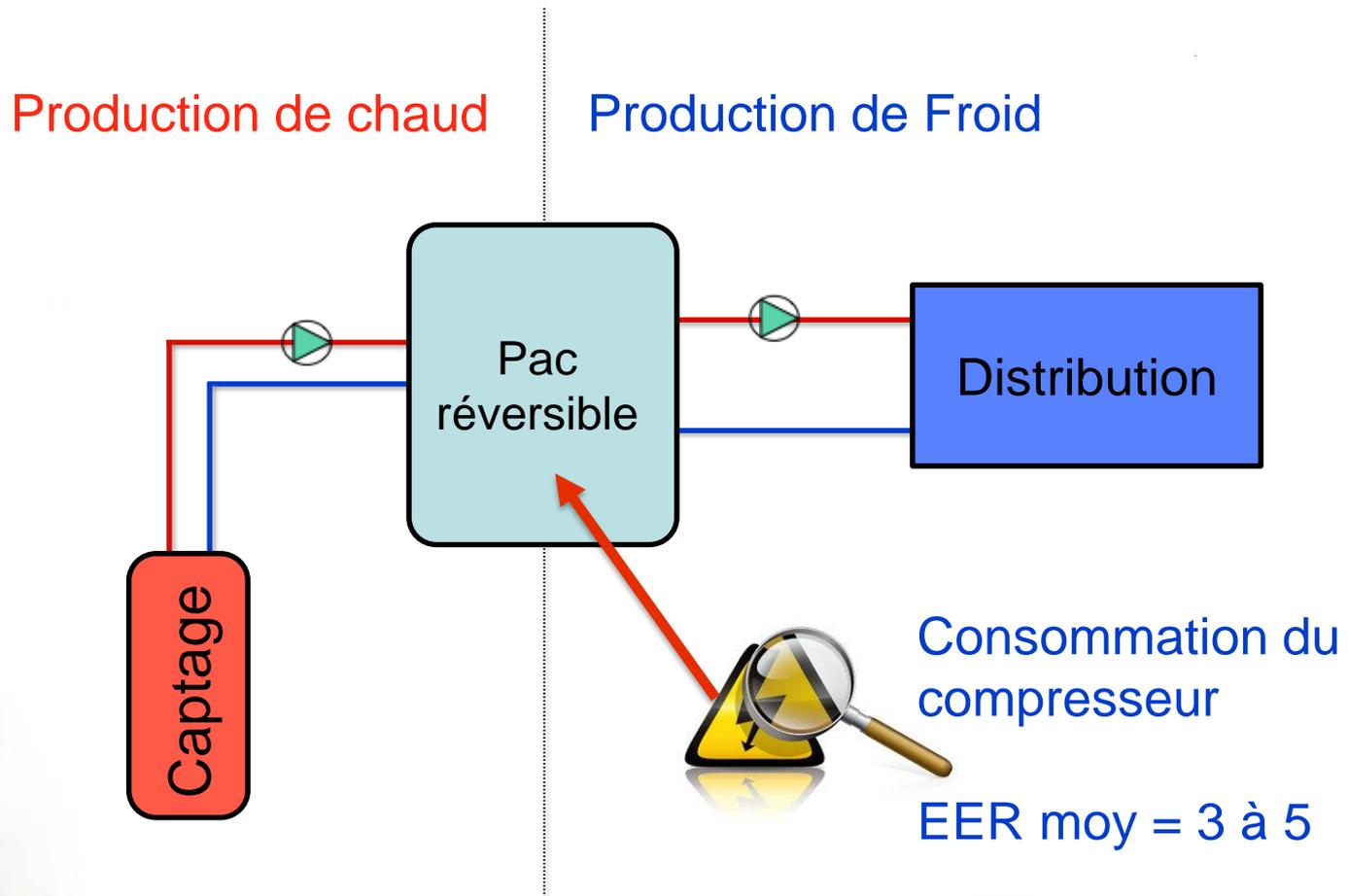


# Schéma de principe Free-cooling ou Froid passif

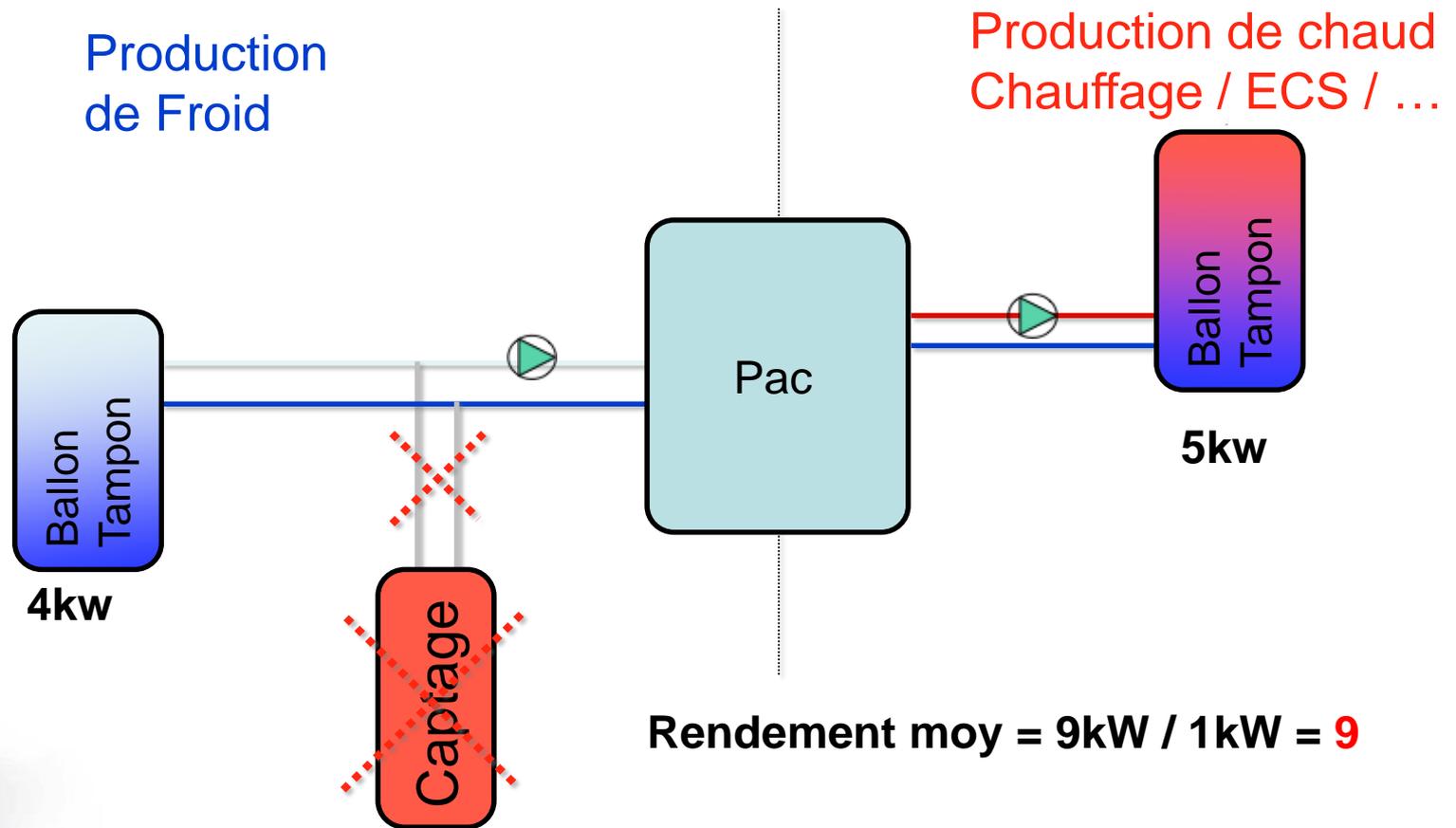
Rendement EER de 30 à 70



# Schéma de principe Système réversible Actif

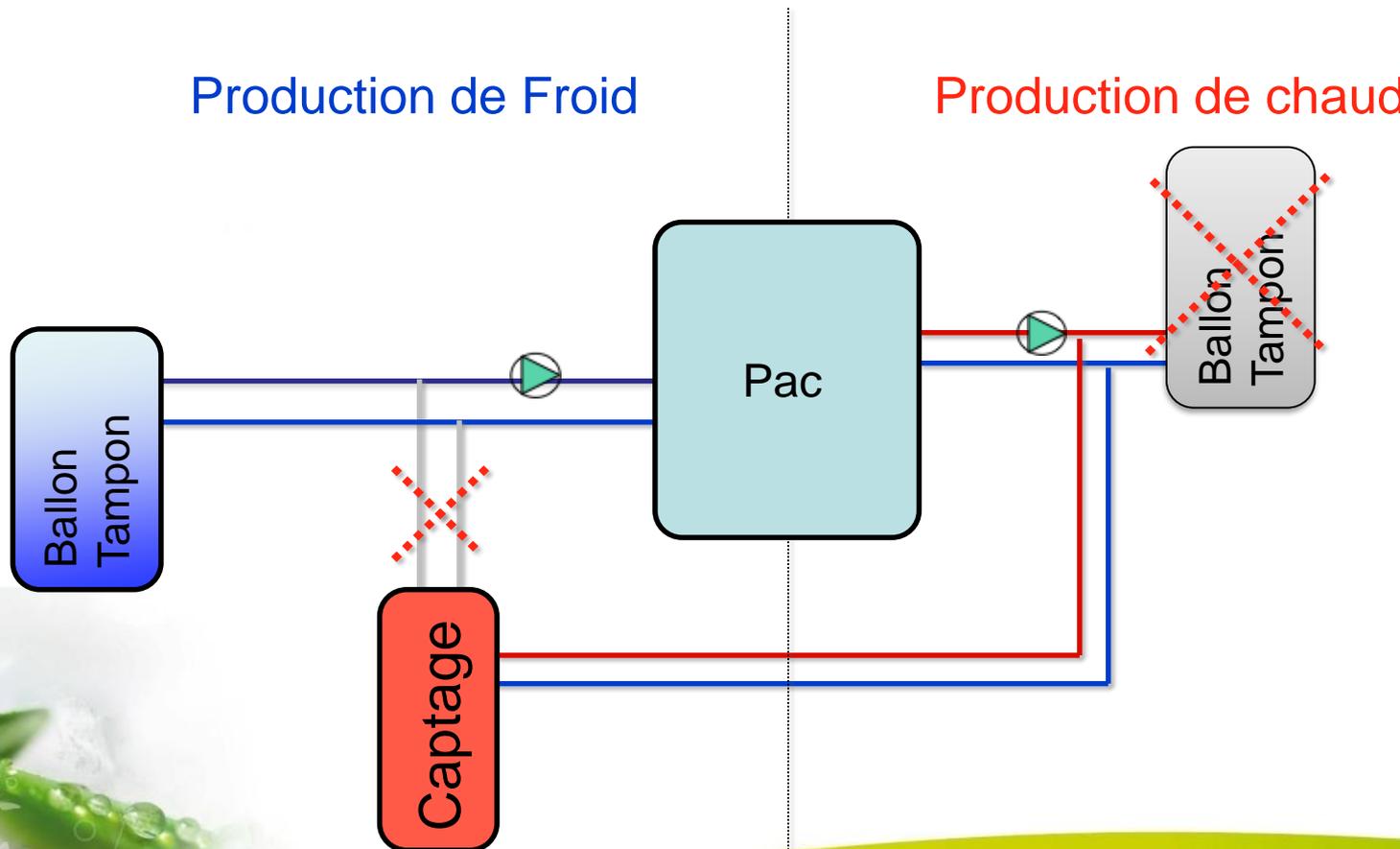


# Schéma de principe Système Thermo Frigo Pompe



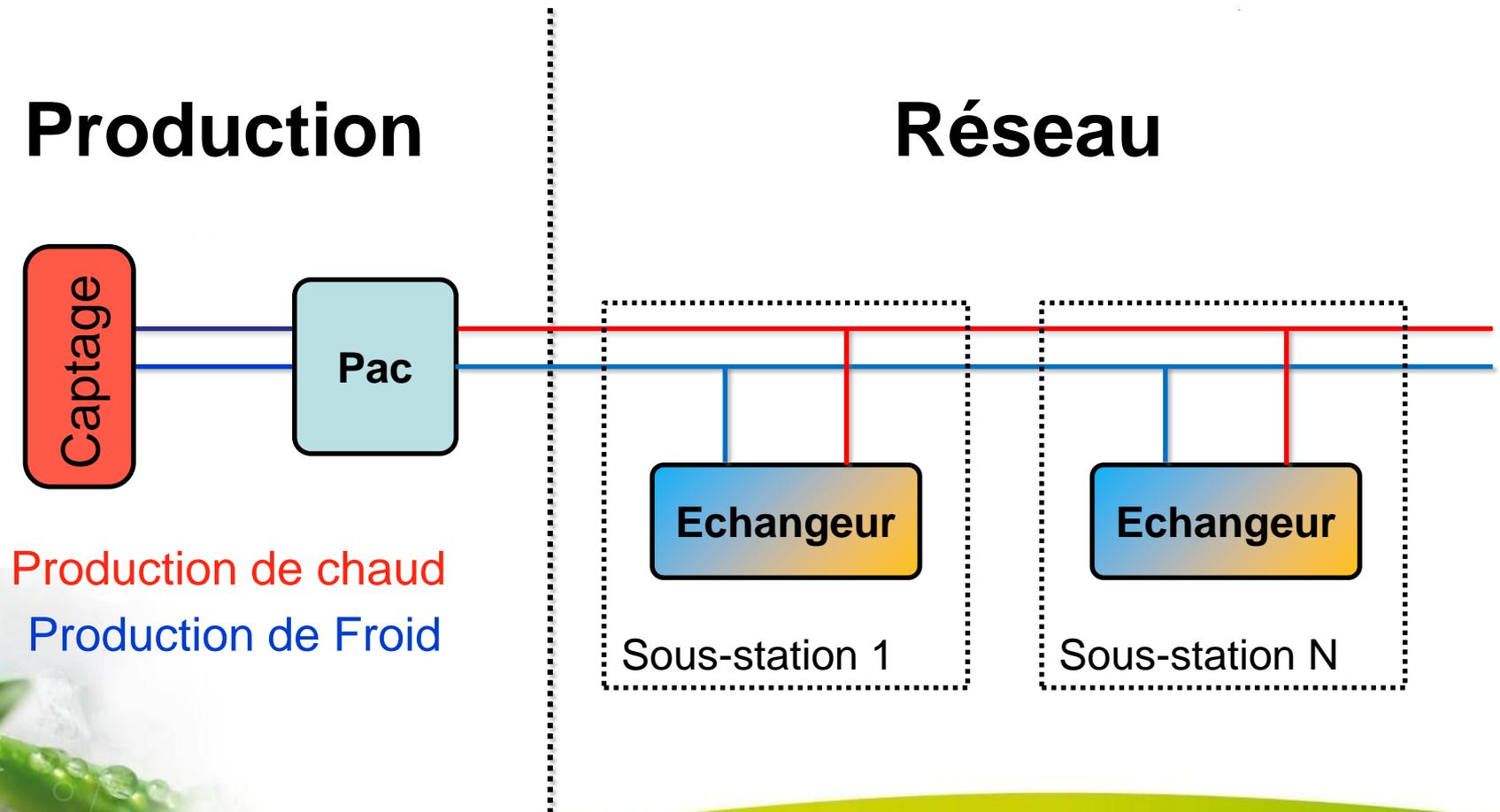
# Particularité Système de réinjection

Ces installations permettent également de recharger en énergie le captage dans le cas de sonde géothermique ou géostructure.



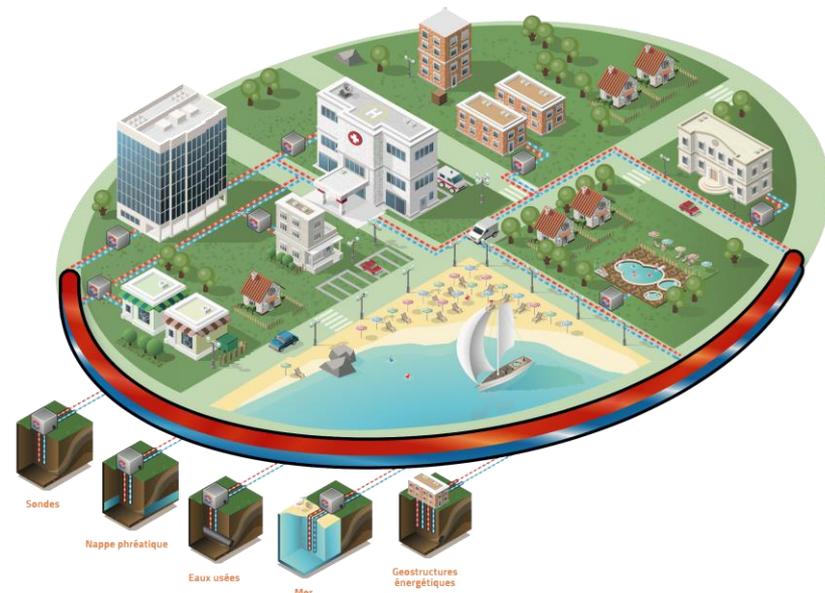
# Réseaux Chaud et/ou Froid

La production est centralisée avec une distribution de chaud et/ou de froid



# Boucle tempérée

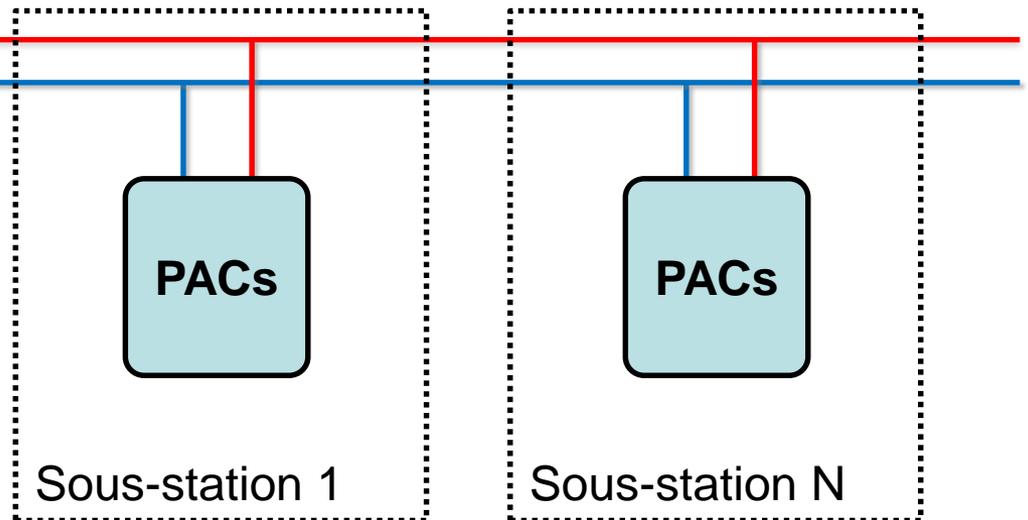
La production est **Décentralisée**,  
Les PACs se trouvent dans les sous-stations



## Boucle

Captage

Production de chaud  
Production de Froid



# Stockage court terme et long terme...

Le stockage est un élément essentiel au bon fonctionnement pour le rendement d'une installation de géothermie

## Court terme



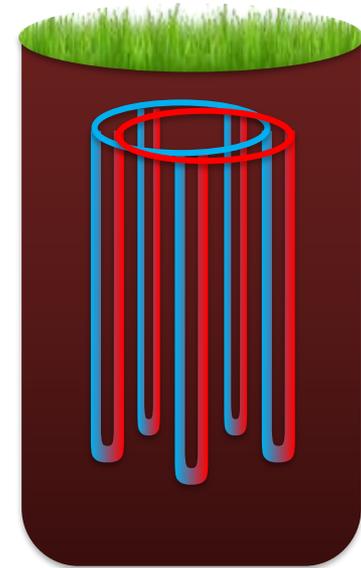
Ballon Tampon  
Distribution  
**Min 30l/kW**



Réserve d'eau  
Sur Evaporateur

Ex 100m<sup>3</sup>  
4K = 464kWh

## Long terme



**BTES**

*Borehole Thermal Energy Storage*

# Stockage long terme

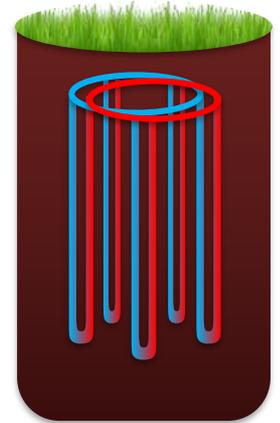
Dans le cas d'installations avec sources sur SGV ou BTES

- il est possible de :  
**stocker dans le sol les calories ou les frigories excédentaires.**

En fonction de la répartition annuelle des besoins chaud / froid du bâtiment, on peut :

- soit **stocker de la chaleur excédentaire en été** pour la récupérer en hiver, - soit **stocker le froid excédentaire** en hiver et le récupérer en été.
- Ce stockage peut-être même journalier

Ce système **augmente la performance annuelle de l'installation** (SCOP et SEER)\* et réduit d'autant le consommation d'énergie électrique.



*\*SCOP ou SEER : Rendement chaud et froid annuel*

# Synthèse

## Ressource :

### en fonction de la disponibilité de la ressource

Aquifères superficiels et moyenne profondeur :	PAC sur nappe
Terrains sec, humides ou saturés	PAC sur Sondes Verticales,
Terrains de faible portance	Geostructure
MER,	

## Moyens de production :

- Si température de la ressource < 25° C	Pompes à chaleur (PAC)
--	------------------------

## Grande diversité des applications

Production de chaud et/ou de froid	Thermo Frigo Pompe
Rafrâichissement direct	Geo-cooling (by-pass PAC)
Usages	Chauffage / Froid
	Eau chaude sanitaire
	Piscine...



**Merci de votre attention**

[contact@afpg.asso.fr](mailto:contact@afpg.asso.fr)

[jean-marc.percebois@accenta.ai](mailto:jean-marc.percebois@accenta.ai)

**accenta.**

Le stockage intelligent des énergies du bâtiment

