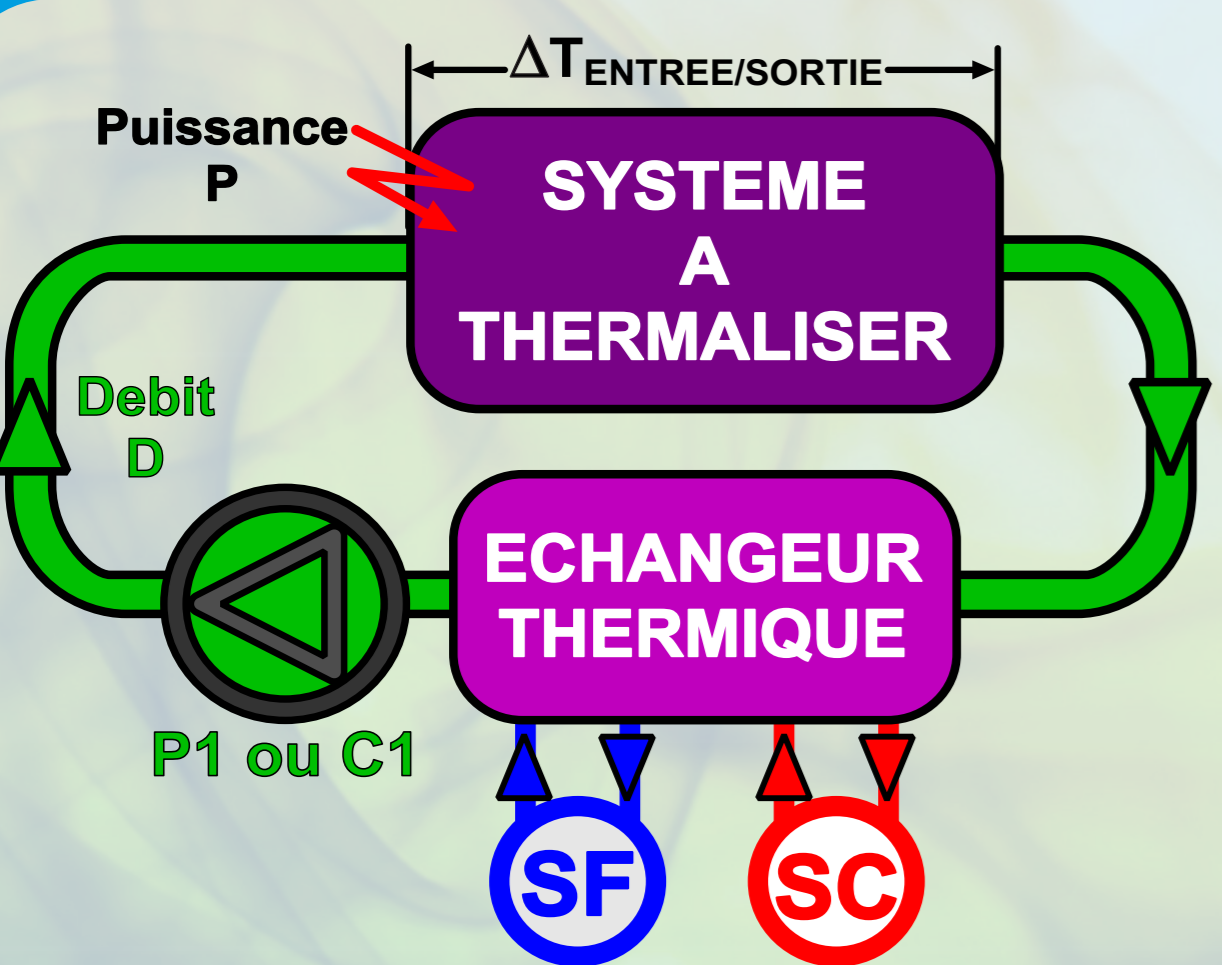
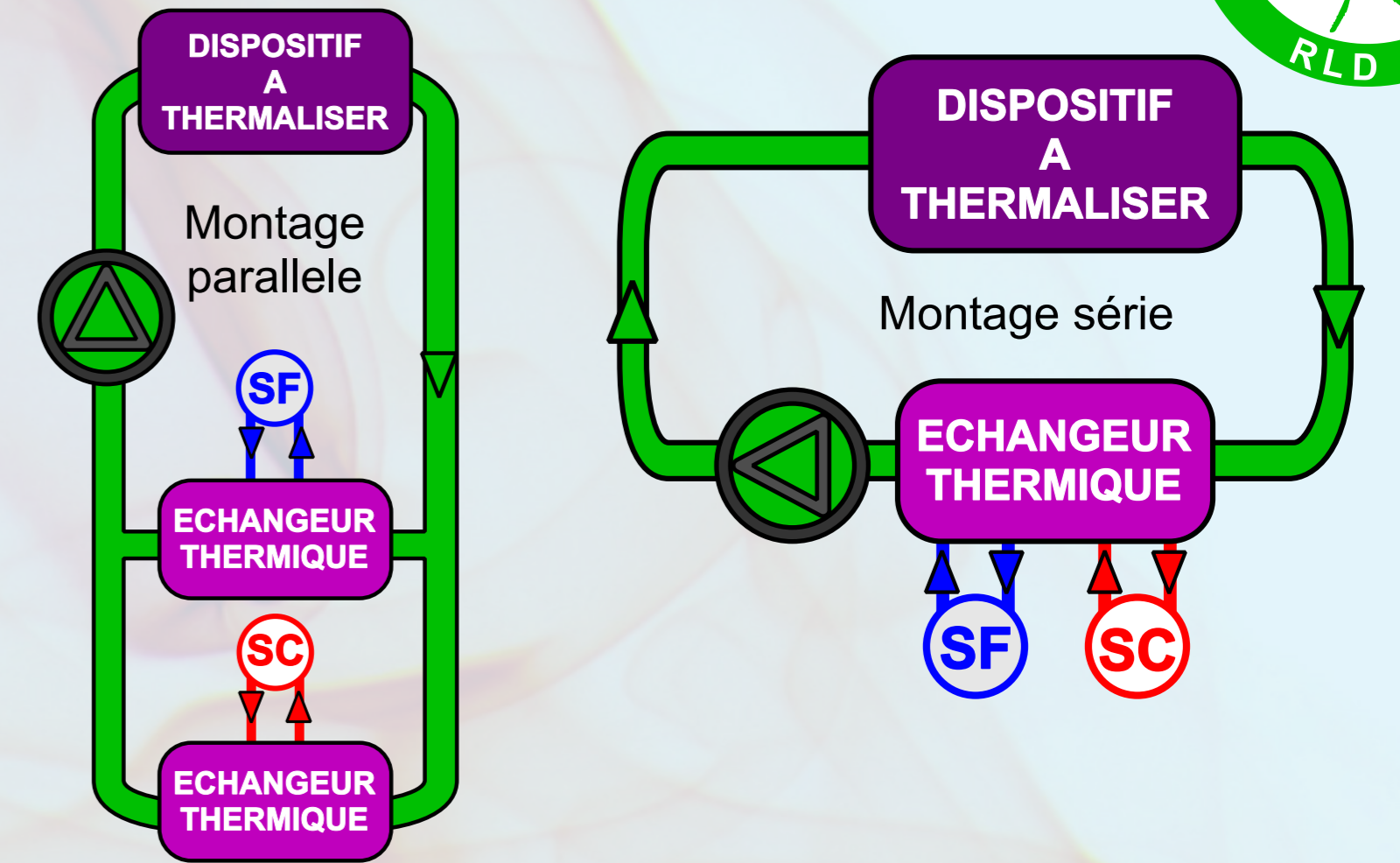


## THERMALISATION de procédé/composant

assurer leur évolution de température entre deux températures, froide et chaude.  
Exemples : Tests de composants en aéronautique, automobile, électronique dans la plage -100°C à +100°C  
Simulation spatiale dans la plage -200°C à +300°C

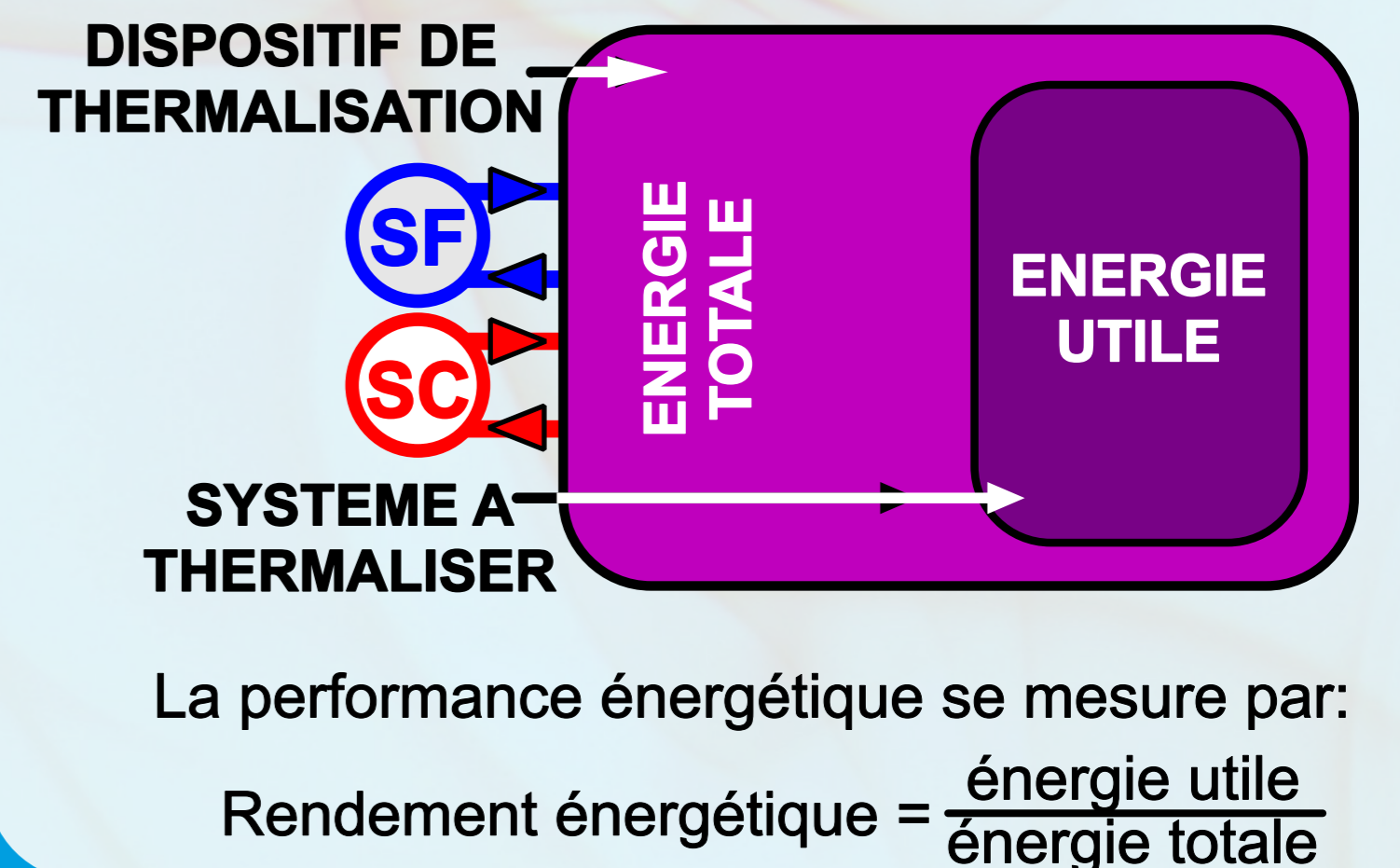
Mise en œuvre :

- Par utilisation de sources froides **SF** : groupe frigorifique, fluide cryogénique etc...
- Par utilisation de sources chaudes **SC** : vapeur, chauffage électrique etc...
- Par circulation d'un **FLUIDE CALOPORTEUR FC**
- Liquide **FCL** dans la plage -100°C à +100°C
- Gazeux **FCG** dans la plage -200°C à +300°C



## THERMALISATION CONVENTIONNELLE

- Le débit masse  $D$  du fluide caloporteur e circulation est régi par  $D = P / C_p \times \Delta T_{\text{Entrée/Sortie}}$
- Une bonne homogénéité de température dans le système thermalisé implique que  $\Delta T_{\text{Entrée/Sortie}}$  soit petit.
- Ceci conduit à un débit **D de fluide caloporteur important**, relativement à la puissance thermique  $P$  échangée par le système à thermaliser.
- Ceci conduit à un encombrement important du dispositif de thermalisation, des circulateurs spécifiques, une isolation thermique couteuse, une performance énergétique non optimisée.



La performance énergétique se mesure par:  
Rendement énergétique =  $\frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie totale}}$

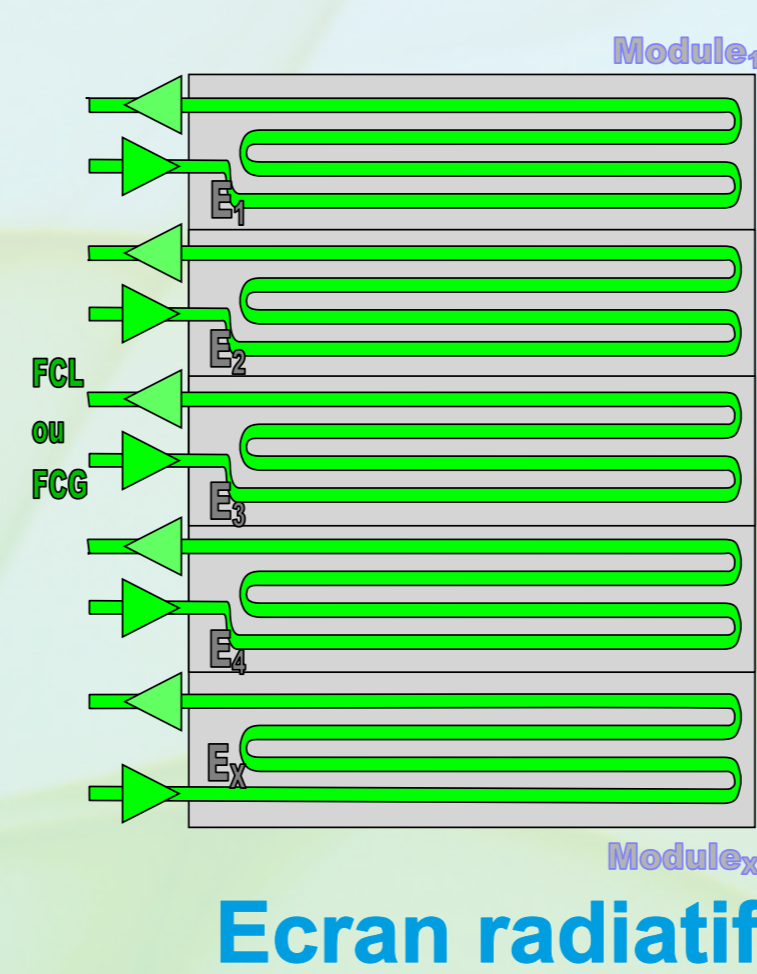
## NOUVELLE APPROCHE DE LA THERMALISATION.

### Etape 1

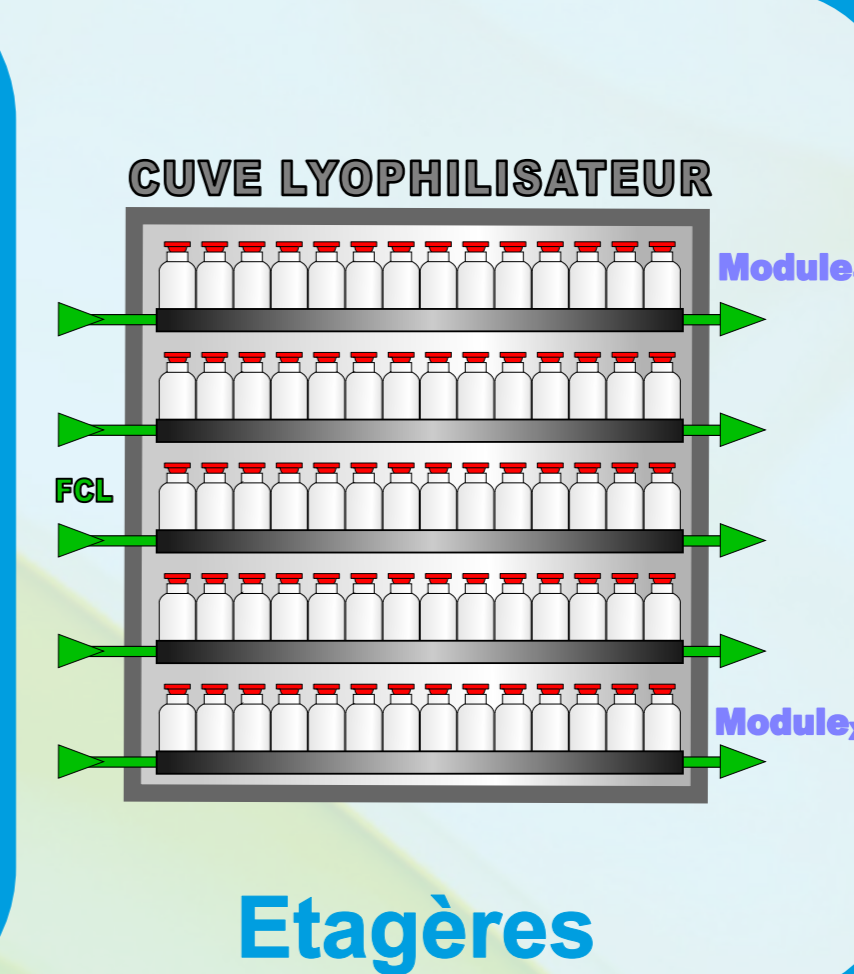
Mettre le système/composant à thermaliser sous forme modulaire, à motif répétitif

Exemples:

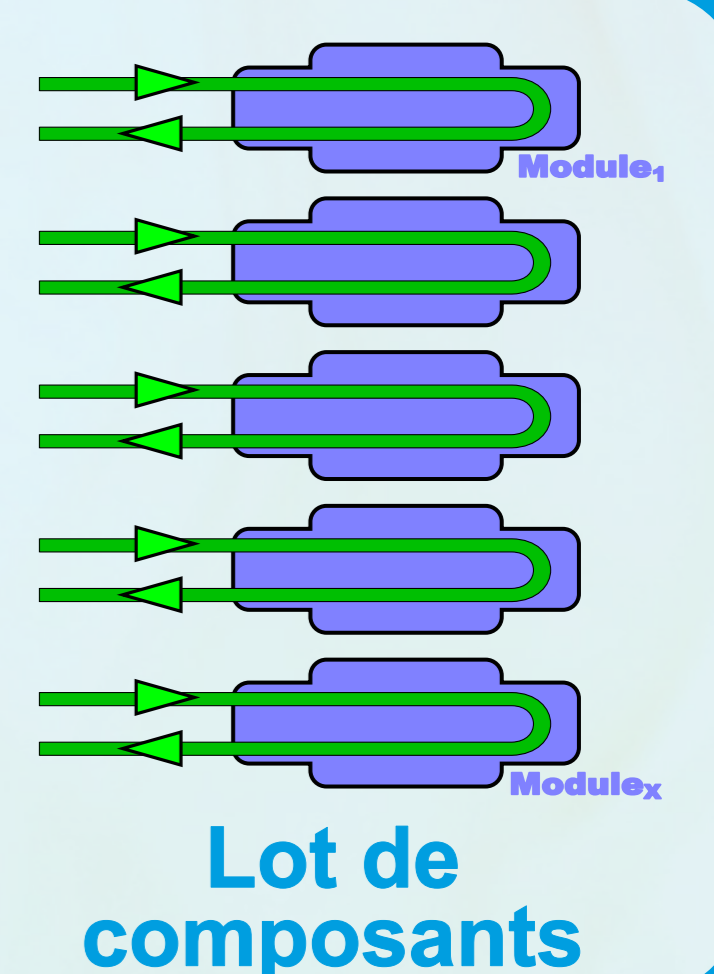
- écran radiatif dans enceinte sous vide
- étagères porte flacon de lyophilisateur
- lots de composants à tester



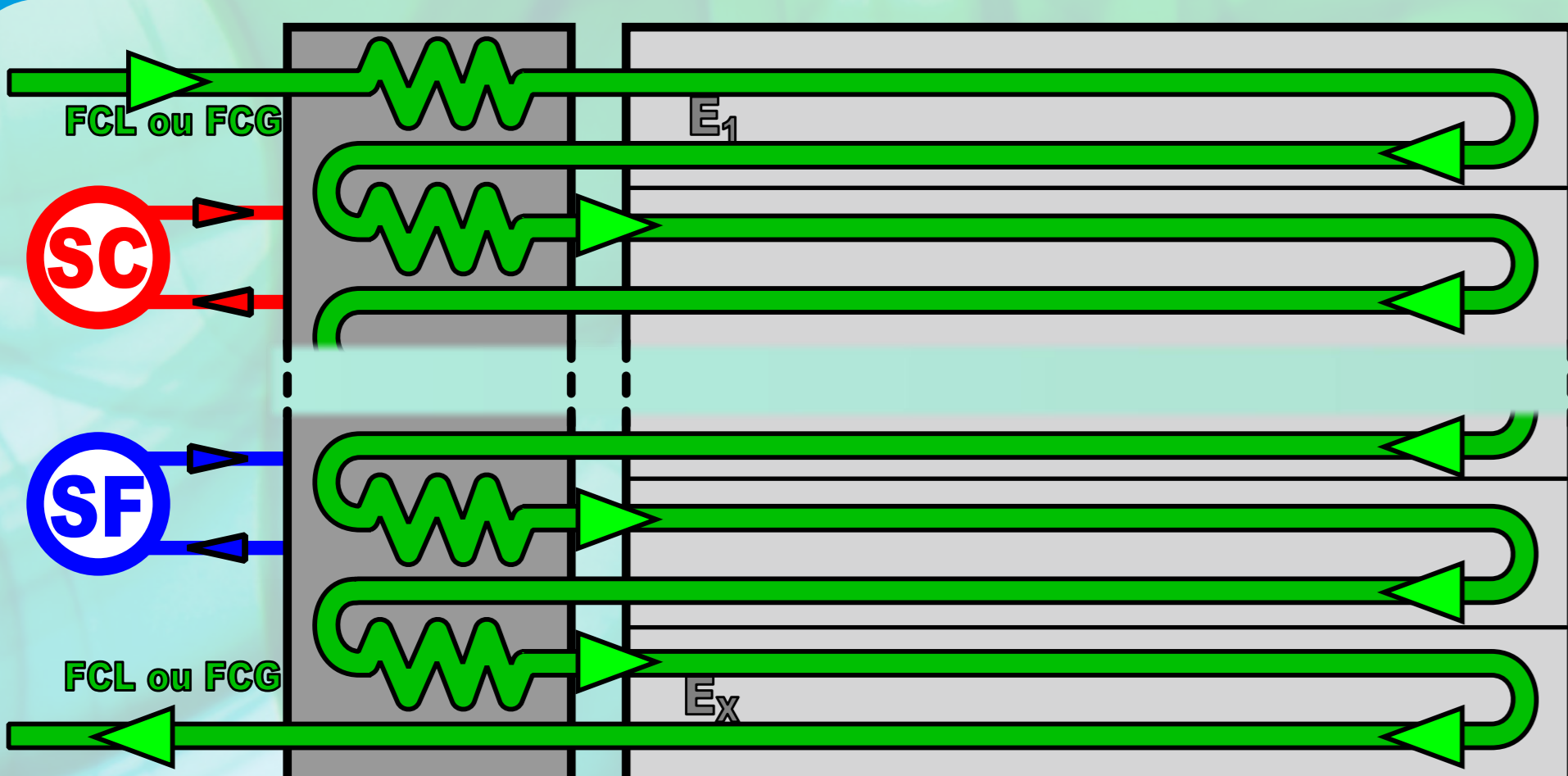
Ecran radiatif



Etagères



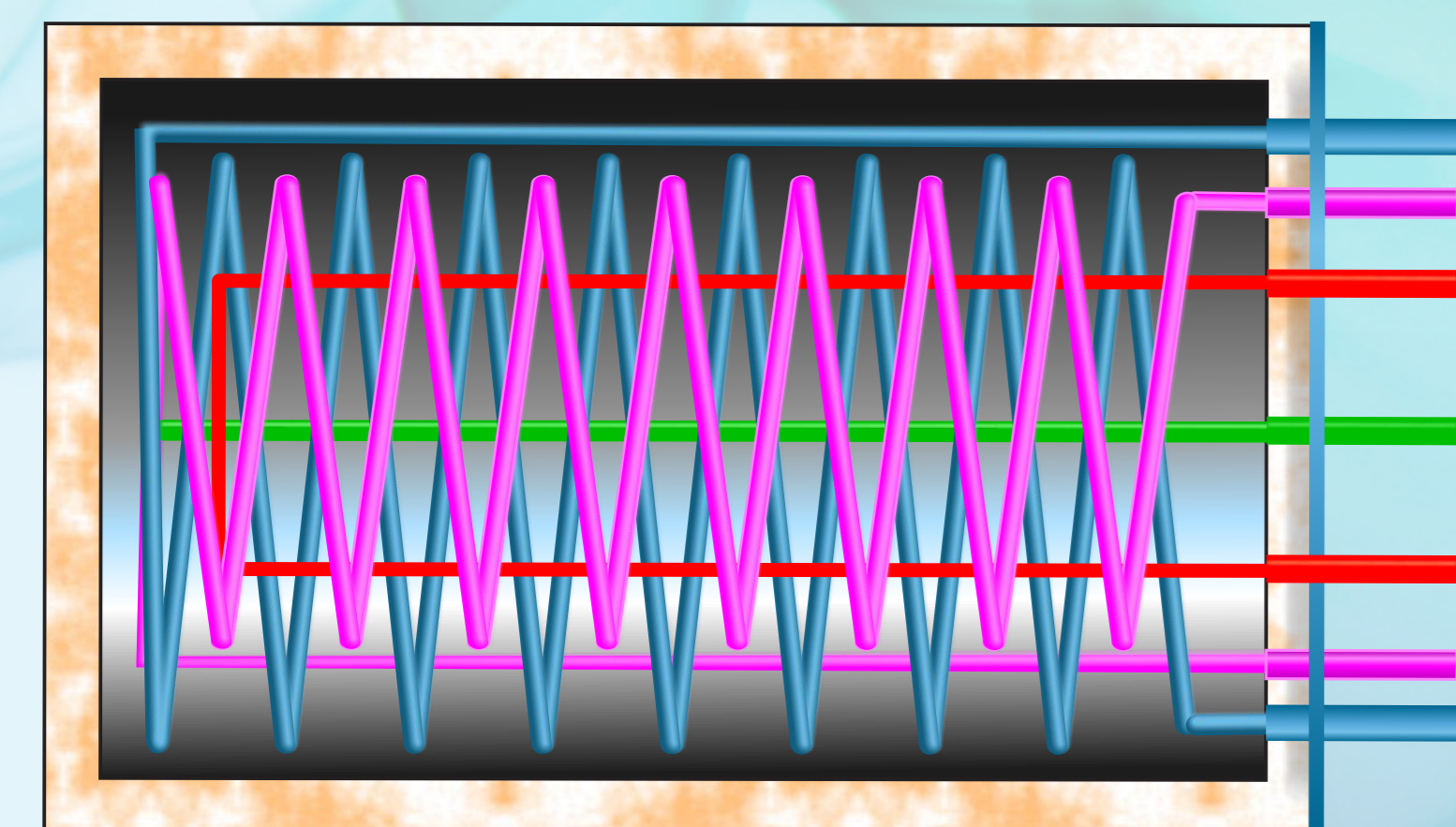
Lot de composants



### Etape 2: Re-thermalisation du fluide caloporteur entre chaque module.

Pour une même puissance  $P$  à dissiper dans le système à thermaliser le débit  $d$  de FC, comparé au débit  $D$  dans la thermalisation conventionnelle est divisé par le nombre  $n$  de modules traversés,  $d = D/n$ .

Il s'ensuit une réduction drastique du diamètre des tuyauteries de circulation du FC.

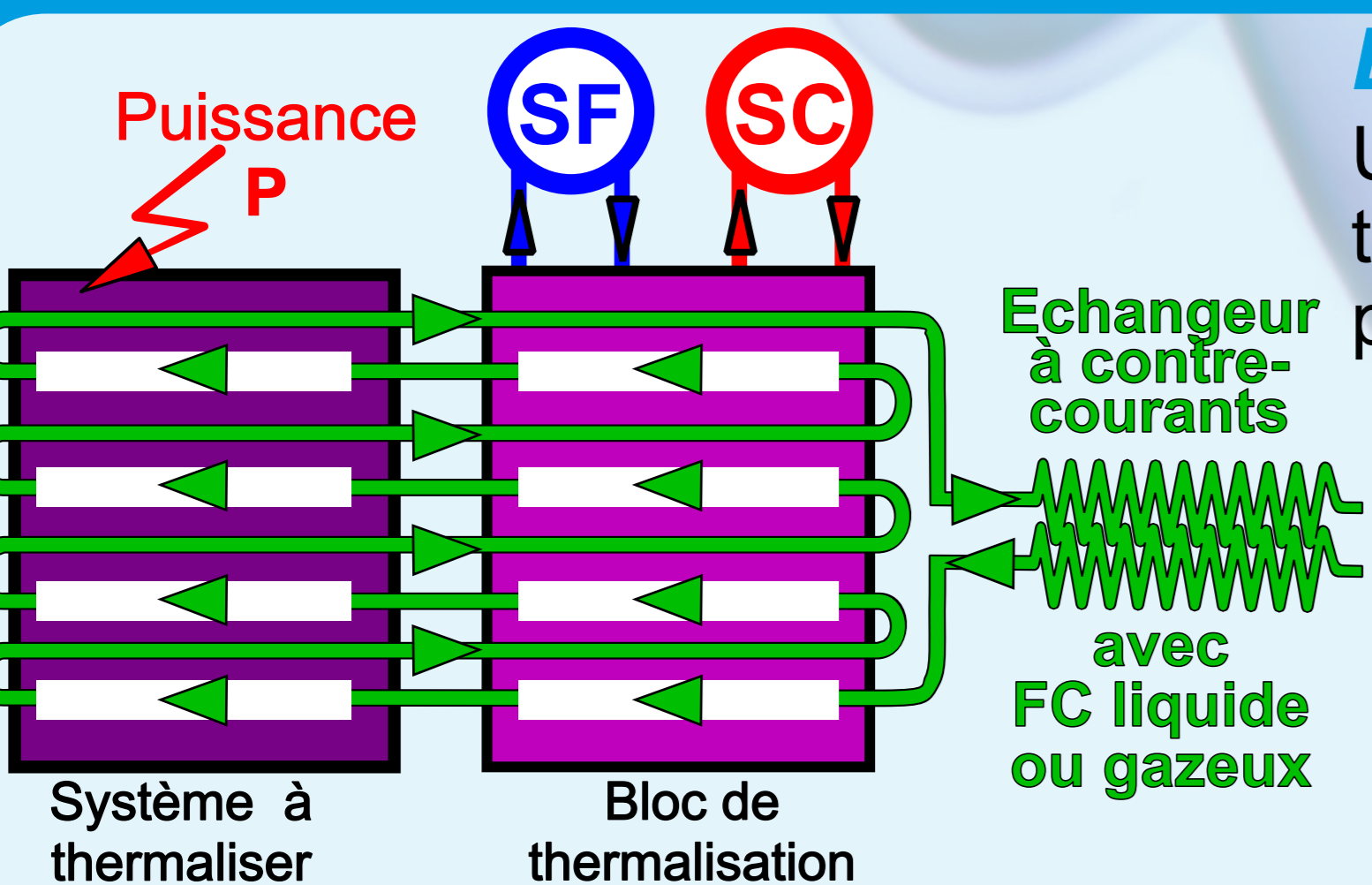


### Etape 3: Echangeur de re-thermalisation du FC.

L'échangeur de thermalisation comporte un grand nombre de circuits fluide caloporteur qui doivent travailler dans des conditions identiques, ceci impose un échangeur à température homogène.

Il doit être compact et présenter une inertie thermique en adéquation avec l'inertie thermique du système à thermaliser, afin que l'ensemble ait un rendement énergétique satisfaisant.

Les échangeurs bloc aluminium type ALUHEX répondent parfaitement aux critères ci-dessus

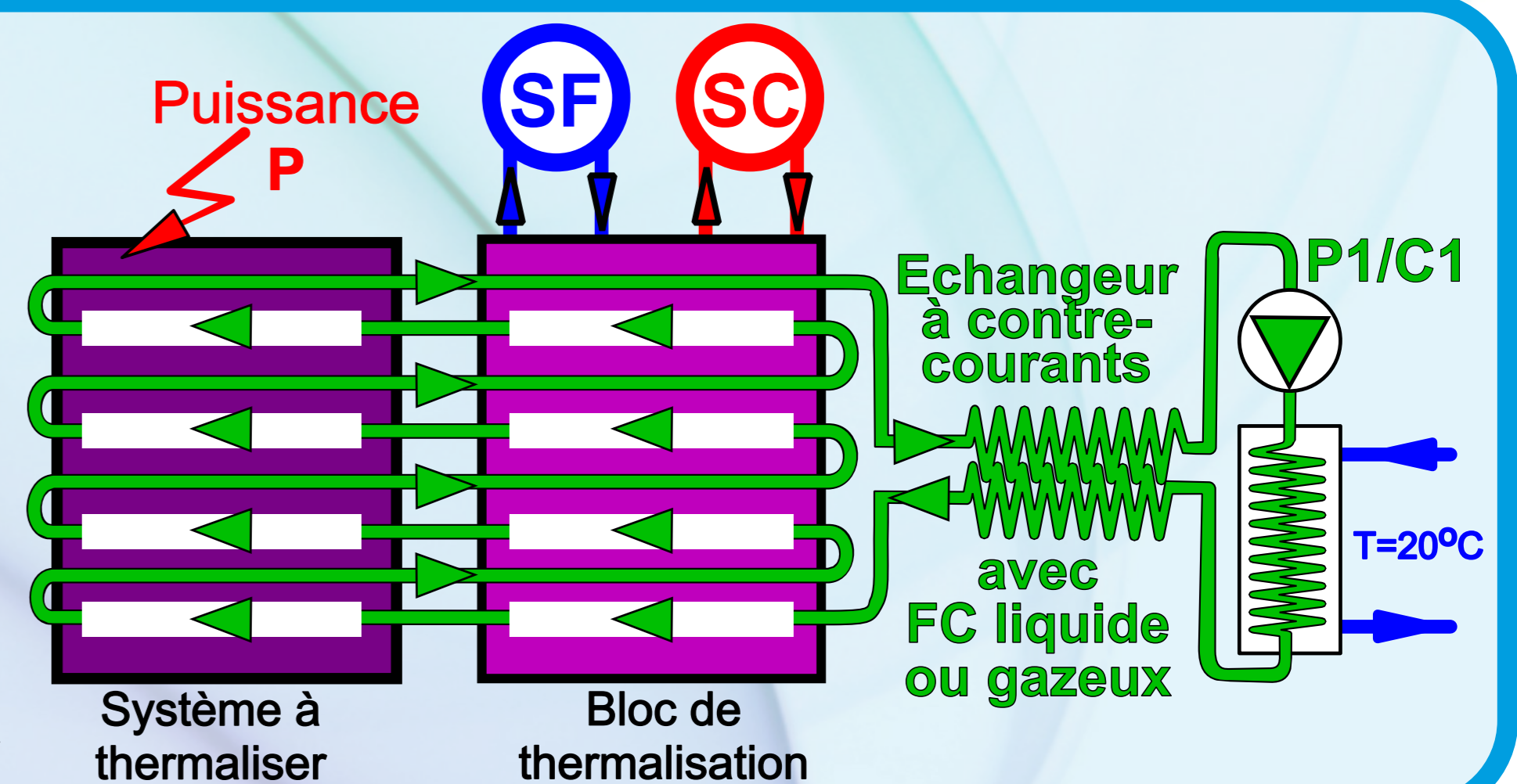


### Etape 4:

Un échangeur à contre-courants permet d'alimenter le système à thermaliser par du FC à température ambiante sans impacter les performances énergétiques.

Fluide caloporteur consommable: eau, air comprimé, GN<sub>2</sub> sous pression.

FC en circuit fermé avec pompe (FCL) ou compresseur (FCG) à température ambiante.



## Résumé

La nouvelle thermalisation dissocie :

- La fonction thermique, avec mise en œuvre d'échangeurs thermiques, composants statiques, sans maintenance.
- De la fonction circulation de fluide caloporteur, à maintenance simplifiée car opérant à température ambiante.
- Ce concept réduit les inerties thermiques, l'isolation thermique, la consommation énergétique nécessaire à la circulation du fluide caloporteur. On se rapproche de l'optimum énergétique, fondamental quand on utilise les fluides cryogéniques.

