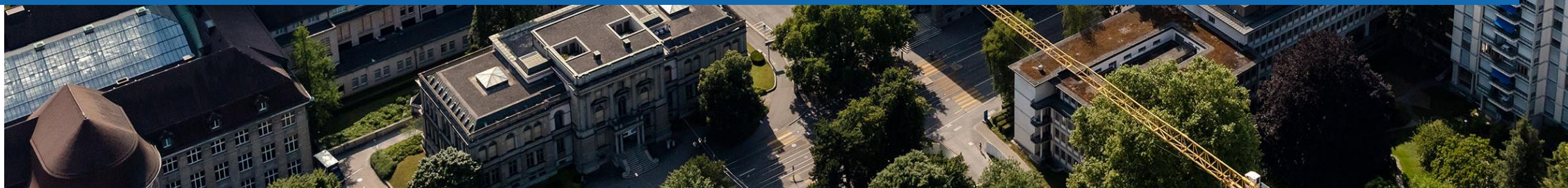




Géothermie et énergie éolienne : comment peuvent-elles contribuer à l'objectif « zéro émission nette » ?

Gianfranco Guidati

18 März 2026, Aeesuisse, Parlamentarier-Anlass



L'énergie n'est pas simplement de l'énergie

L'énergie thermique Q se situe au bas de la hiérarchie énergétique

Sa valeur peut être mesurée : elle dépend de la température T à laquelle elle est disponible

La formule qui la décrit est très simple

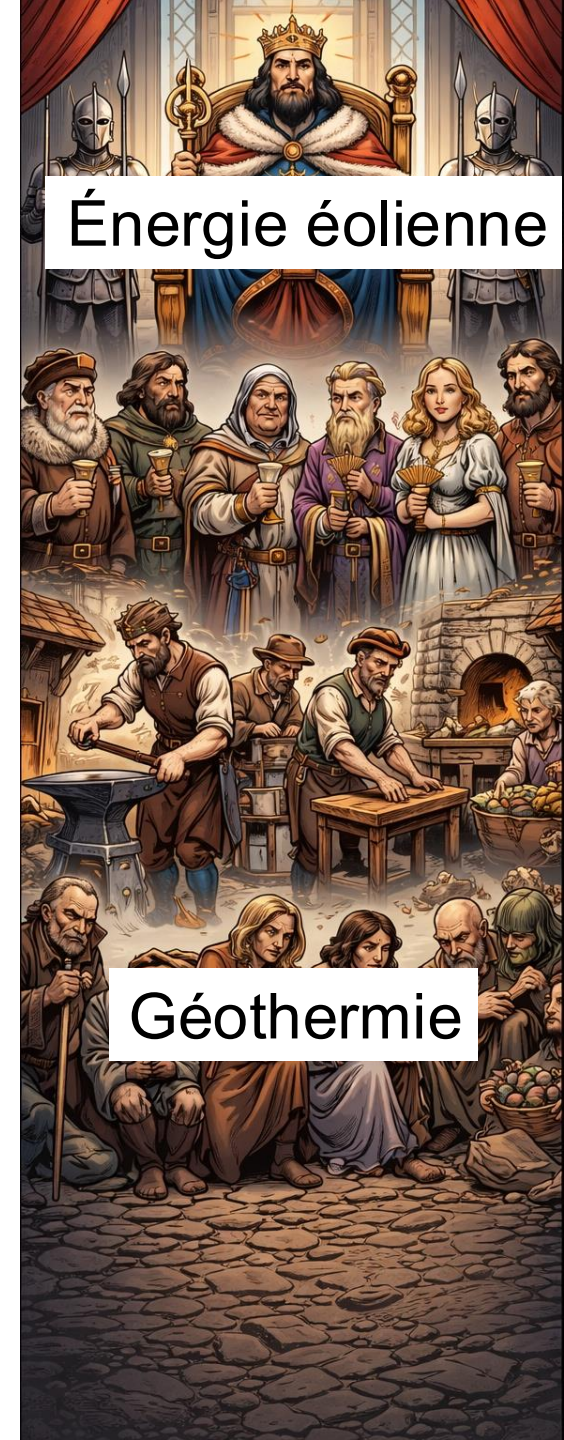
$$\text{Exergie} = Q \left(1 - \frac{T_0}{T} \right)$$

Énergie électrique

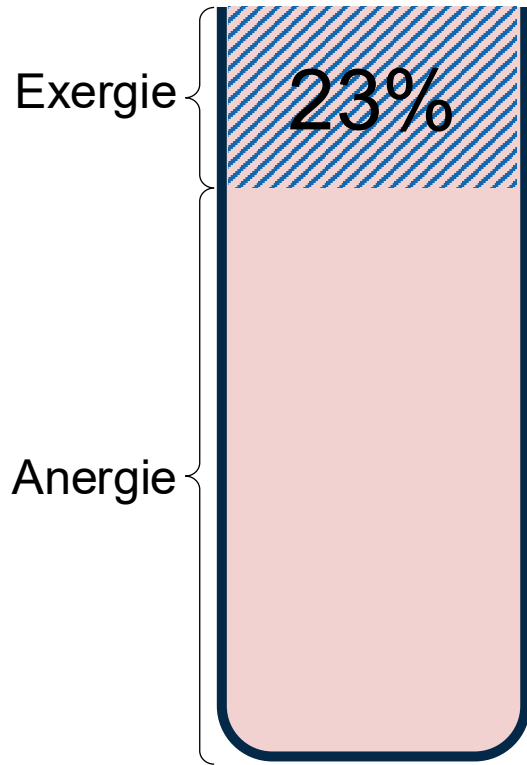
Énergie chimique
Gaz, pétrole, bois, hydrogène

Énergie thermique Q
Chaleur industrielle, chauffage des locaux

Chaleur ambiante à
température $T_0 = 15^\circ\text{C}$



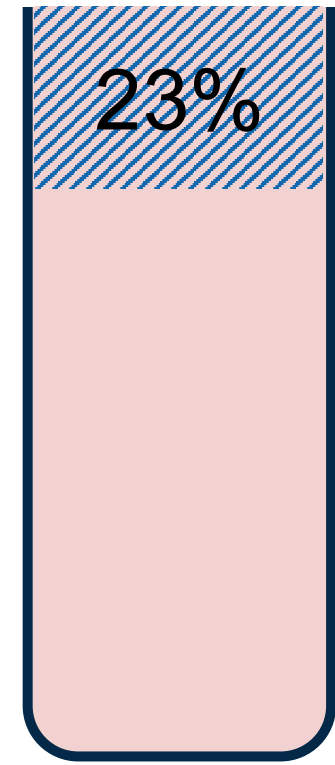
Chaleur géothermique à $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$



Quelle partie de cette quantité de chaleur peut être convertie en électricité ?

$$\left(1 - \frac{15 + 273}{100 + 273}\right) = 23\%$$

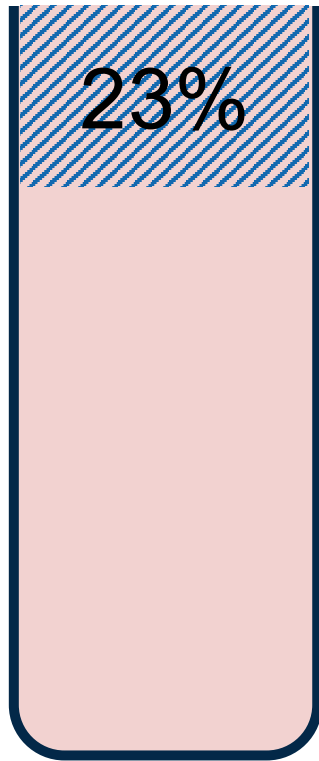
De quelle quantité d'électricité aurions-nous besoin pour produire cette chaleur à l'aide d'une pompe à chaleur ?



Machine thermique

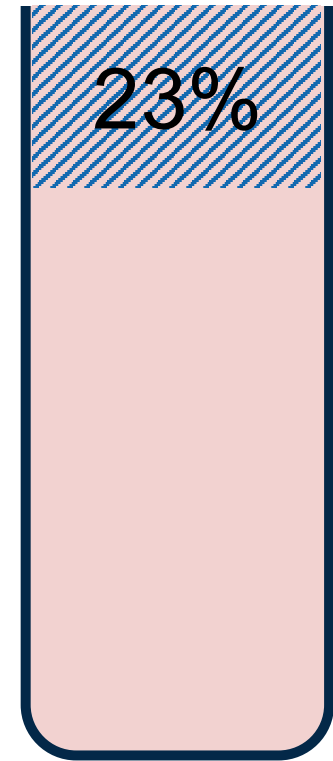
Pompe à chaleur

Chaleur géothermique à $T = 100\text{ °C}$



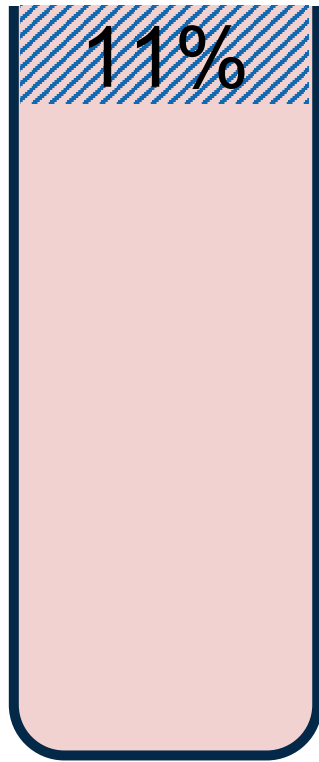
Machine thermique

Malheureusement, ce n'est qu'un scénario idéal ; dans la réalité, le processus n'est qu'à moitié efficace



Pompe à chaleur

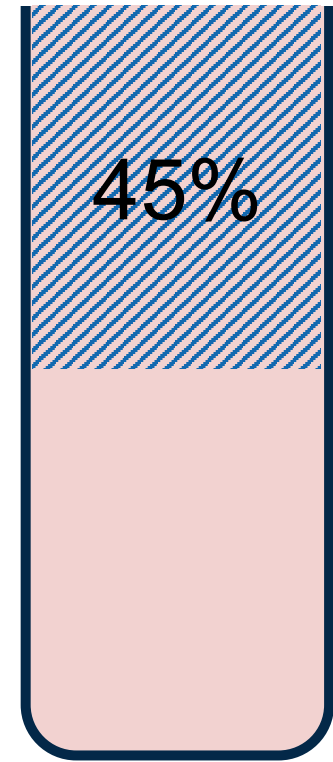
Chaleur géothermique à $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$



Machine thermique

Malheureusement, ce n'est qu'un scénario idéal ; dans la réalité, le processus n'est qu'à moitié efficace

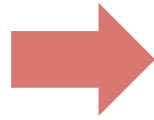
Une machine thermique produit donc, à partir de la chaleur géothermique, quatre fois moins d'électricité qu'il n'en faudrait à une pompe à chaleur pour produire exactement cette même chaleur.



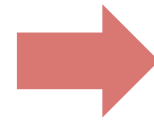
Pompe à chaleur

Hypothèse : nous avons besoin à la fois d'électricité et de chaleur à 100 °C

100
unités de
chaleur



Produit 11 unités d'électricité
via une machine thermique

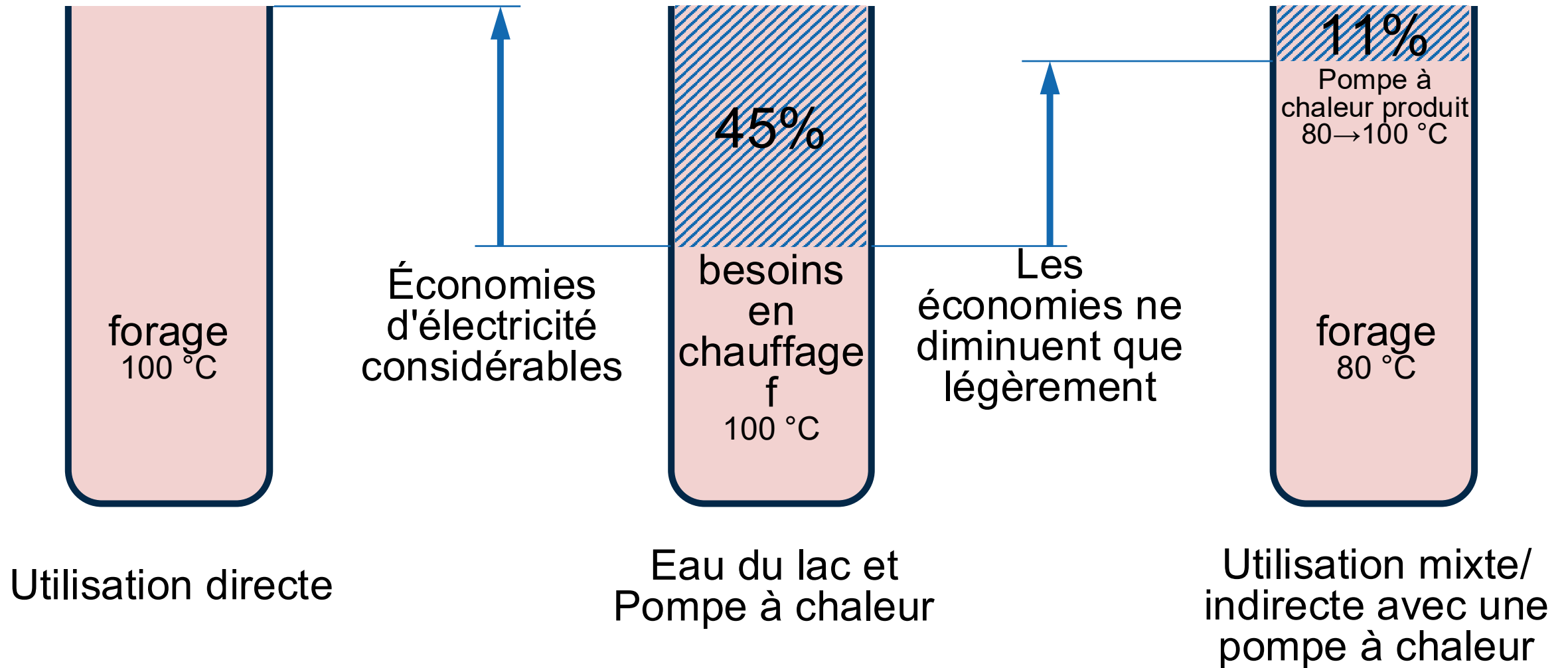


Économise 45 unités
d'électricité, car j'utilise
directement la chaleur et je
n'ai pas besoin de pompe à
chaleur

La chaleur géothermique devrait, dans la mesure du possible, toujours être utilisée directement lorsqu'il y a un besoin simultané d'électricité et de chaleur.

Les mesures d'aide devraient également être orientées dans ce sens.

Et si le forage géothermique ne fournissait que 80 °C ?



L'importance de l'énergie éolienne et de la géothermie pour atteindre « zéro émission nette »

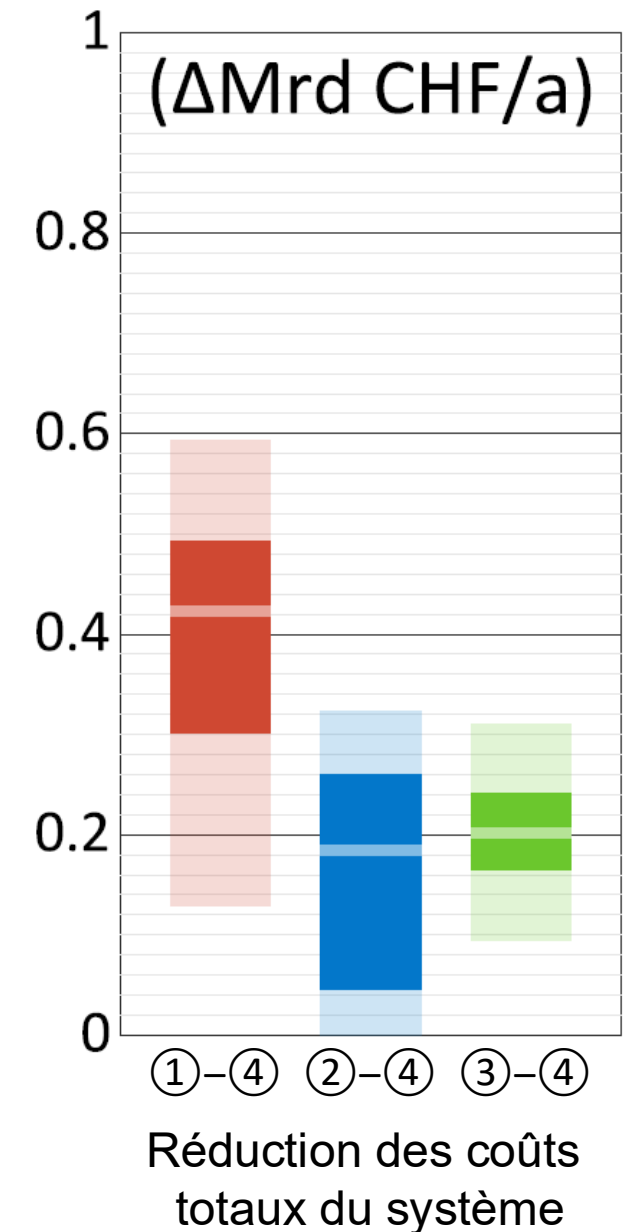
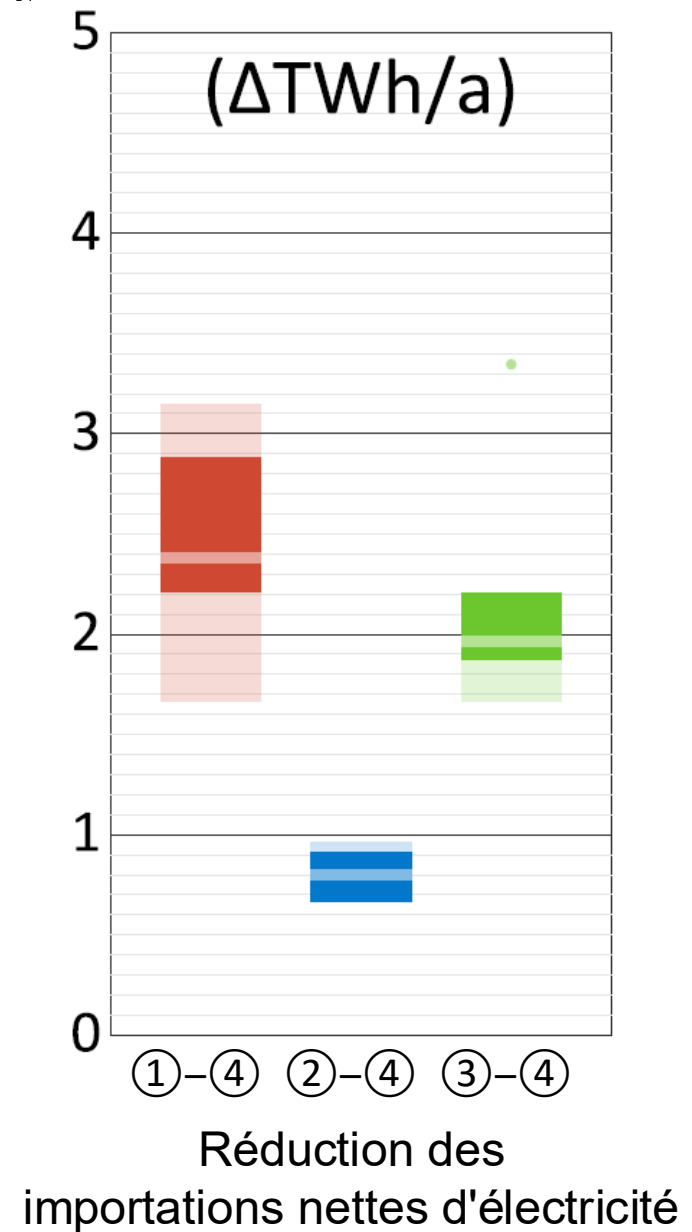
- Hypothèse
 - 2,5 GW max. d'énergie éolienne
 - 10 TWh max. de chaleur géothermique

4 Szenarios

Szenario	①	②	③	④
éoliennes				
Géothermie				

Referenz

- L'énergie éolienne et la géothermie peuvent réduire considérablement les importations nettes d'électricité
- Les coûts globaux du système diminuent également



L'énergie éolienne et la géothermie nous aident à atteindre l'objectif zéro émission nette

- La géothermie devrait se concentrer sur l'utilisation de la chaleur – directement et indirectement via des pompes à chaleur
- L'énergie éolienne fournit les deux tiers de l'électricité en hiver ; elle nous aide donc à réduire les importations nettes d'électricité en hiver
- L'utilisation de la chaleur géothermique a le même effet – non pas en produisant de l'électricité, mais en économisant l'électricité nécessaire aux pompes à chaleur
- Merci de l'intérêt que vous portez à la thermodynamique ! 😊

Dr. Gianfranco Guidati
Projektmanager
Gianfranco.guidati@esc.ethz.ch

ETH Zürich
Energy Science Center
Sonneggstrasse 28
8093 Zürich

www.esc.ethz.ch