

# *Les Mécanismes de l'effet de serre*

1) L'émission de rayonnement

2) Rayonnement visible et rayonnement infrarouge

3) L'équilibre énergétique

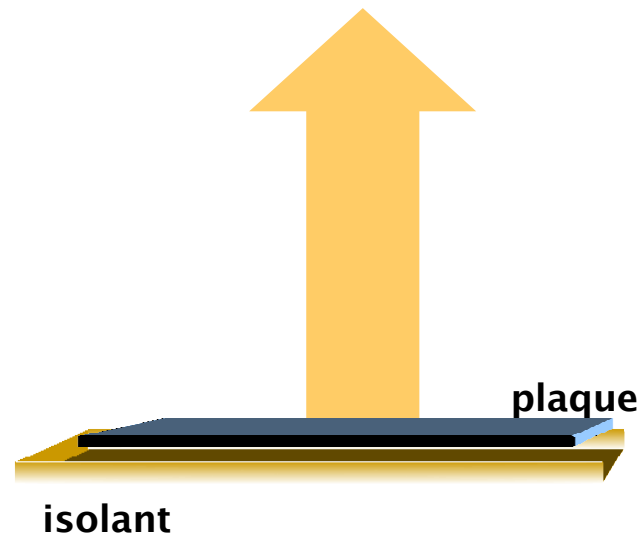
4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil

5) L'effet de serre

6) Un peu d'histoire

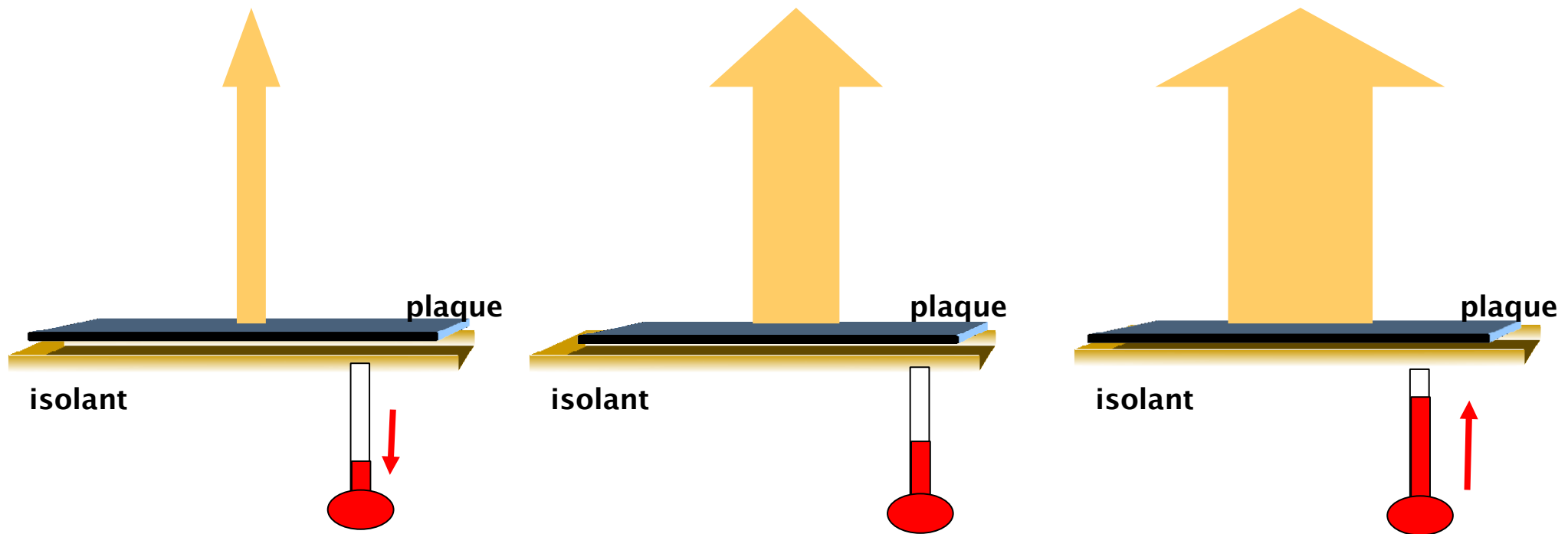
Contenu scientifique : J.L. Dufresne ; Réalisation : S. Jamili  
Laboratoire de Météorologie Dynamique, Institut Pierre Simon Laplace  
(CNRS - Université Paris 6)

# 1) L'émission de rayonnement



*a) Tout corps (ici une plaque posée sur un isolant thermique) émet du rayonnement et ainsi perd de l'énergie*

# 1) L'émission de rayonnement



*b) Plus la température du corps est élevée, plus l'énergie perdue est élevée*

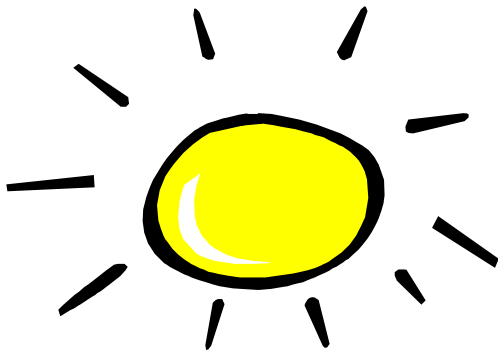
## 2) Rayonnement visible et rayonnement infrarouge

a) Si la température de l'objet est très élevée (supérieure à environ  $700^{\circ}\text{C}$ ), notre œil voit une partie du rayonnement émis par cet objet :

C'est le rayonnement visible



Lampe à filament :  
 $T = 2500^{\circ}\text{C}$



Soleil :  
 $T = 6000^{\circ}\text{C}$



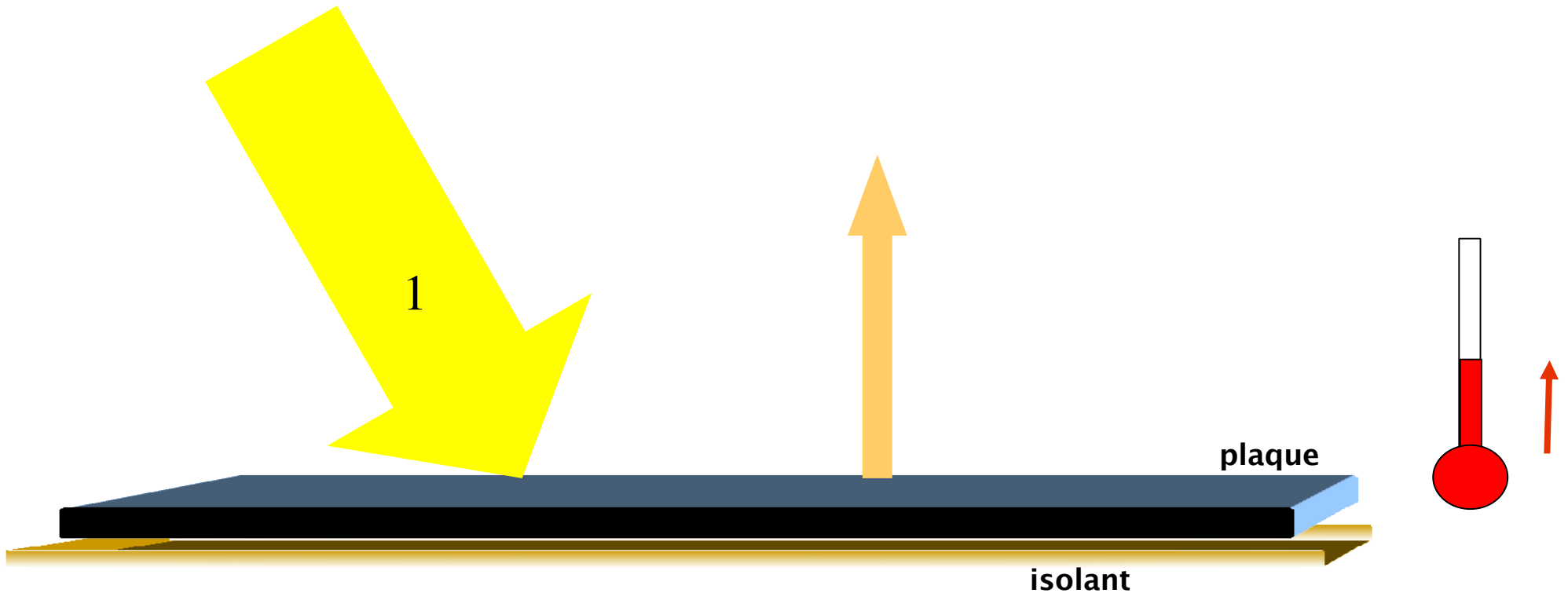
Lave de volcan  
 $T = 1000^{\circ}\text{C}$

## 2) Rayonnement visible et rayonnement infrarouge

b) Si la température de l'objet est inférieure à  $700^{\circ}\text{C}$ , notre œil ne voit pas le rayonnement émis par l'objet :

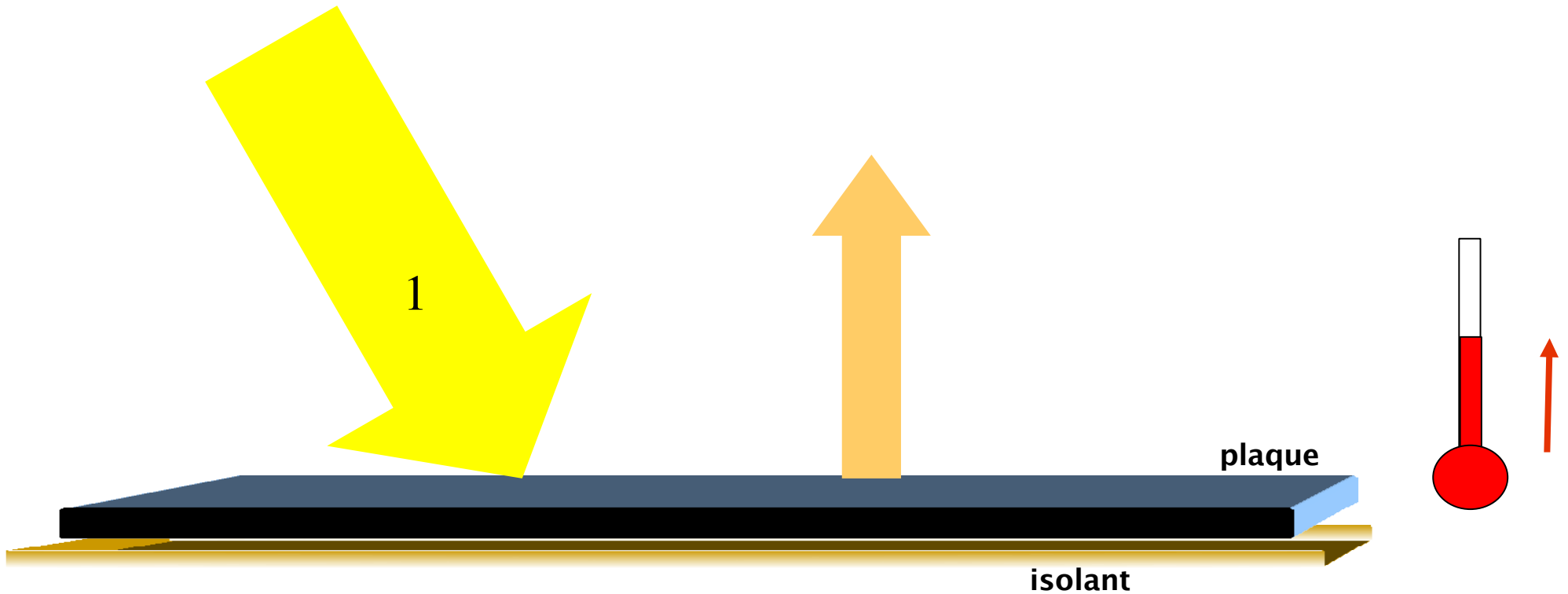
C'est le rayonnement infrarouge

### 3) L'équilibre énergétique



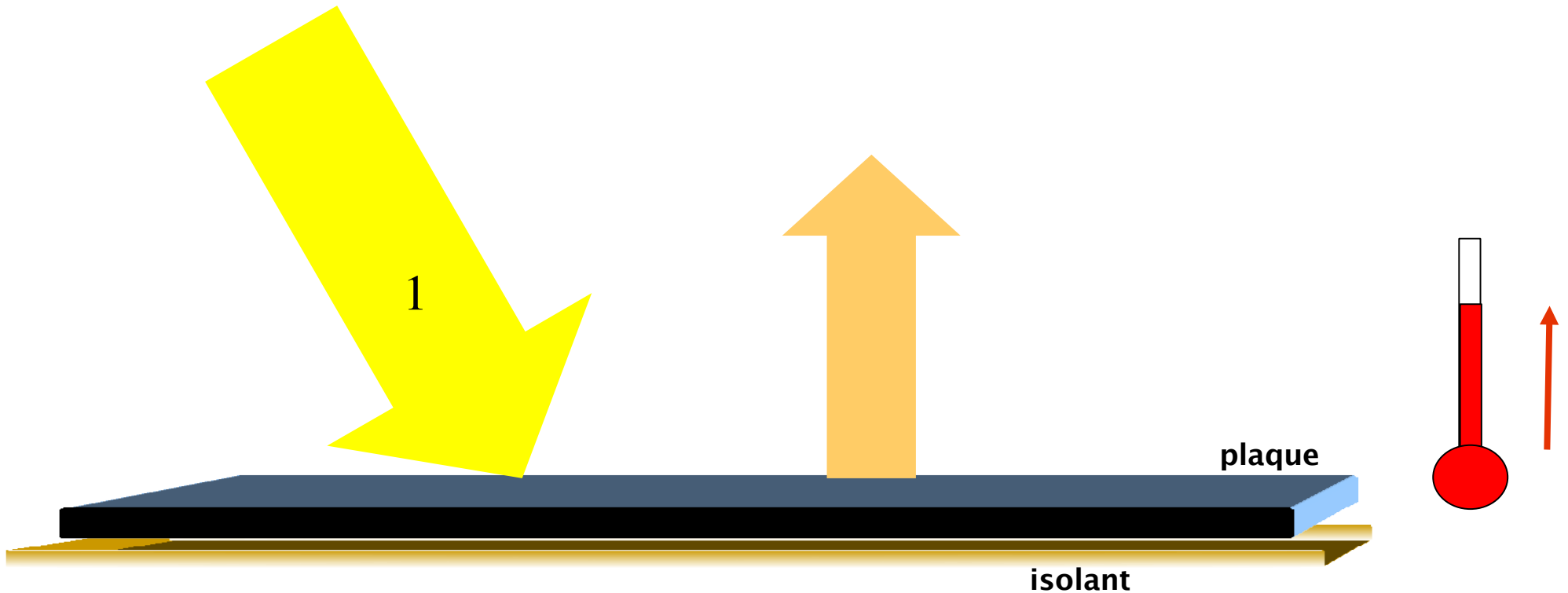
- Si un objet reçoit plus d'énergie qu'il n'en perd, sa température augmente.

### 3) L'équilibre énergétique



- Comme sa température augmente, l'énergie perdue par émission de rayonnement augmente.

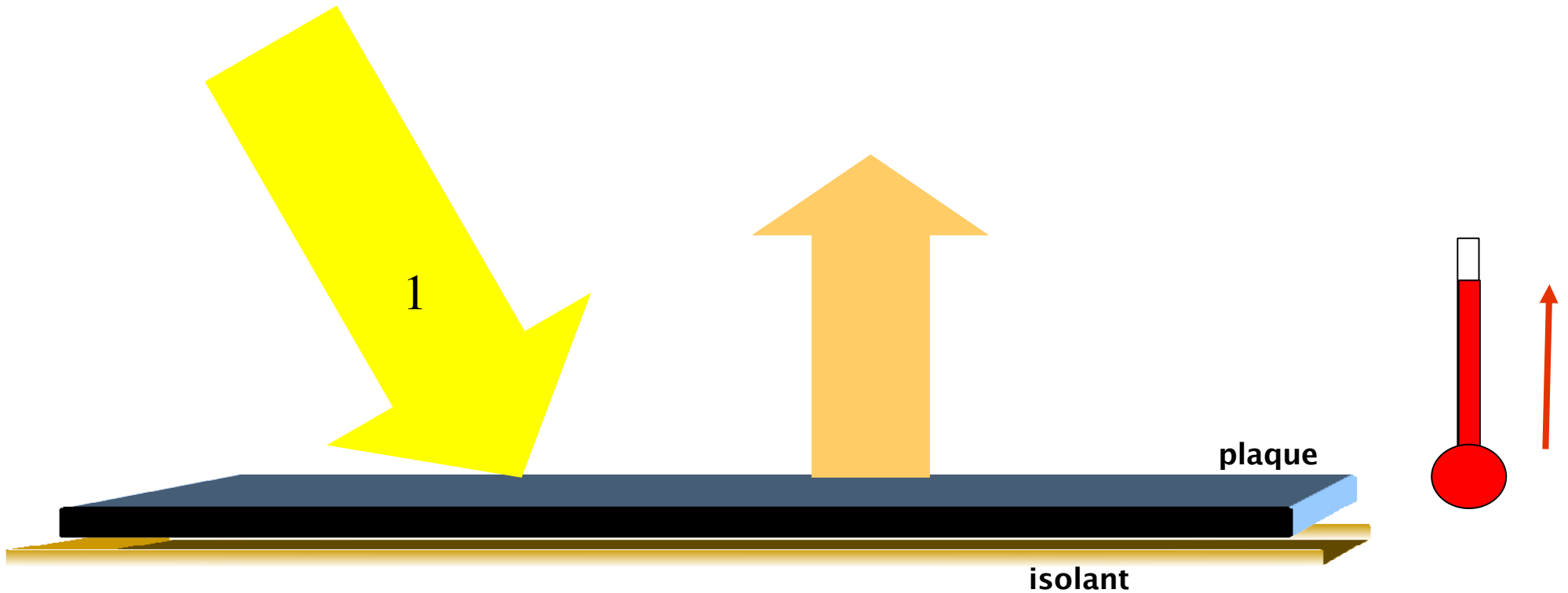
### 3) L'équilibre énergétique



- Comme sa température augmente, l'énergie perdue par émission de rayonnement augmente.

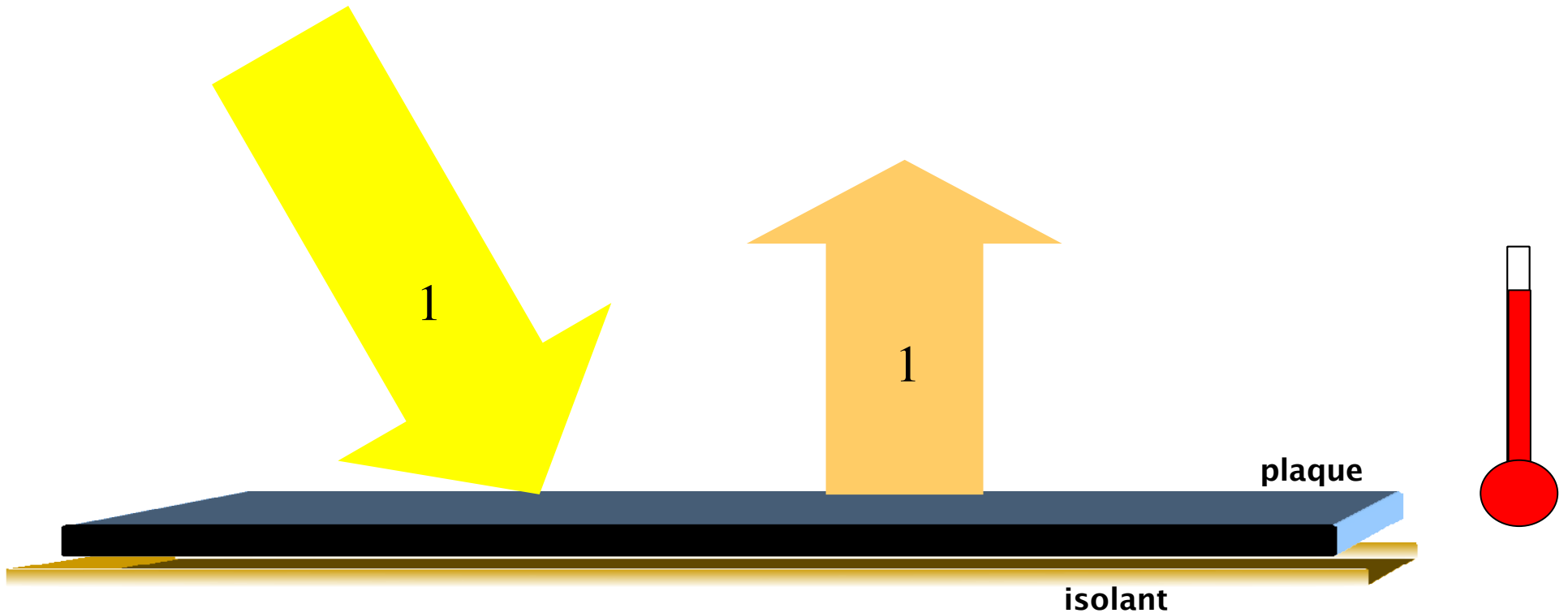


### 3) L'équilibre énergétique



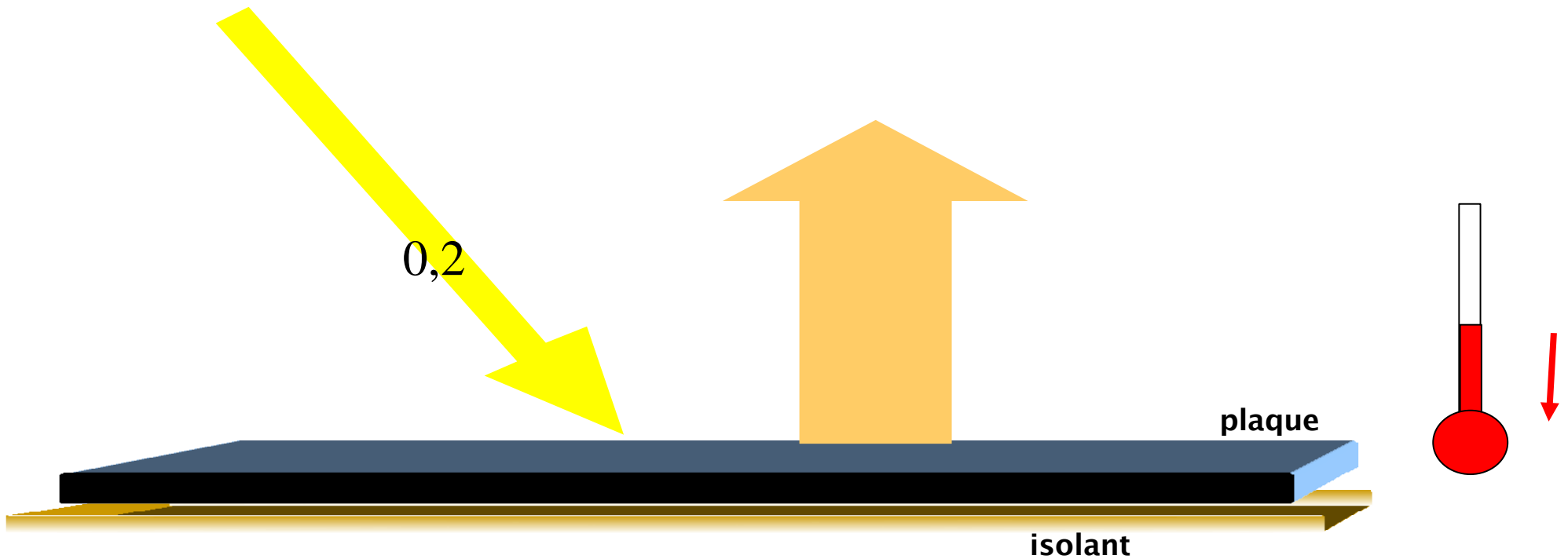
- Comme sa température augmente, l'énergie perdue par émission de rayonnement augmente.

### 3) L'équilibre énergétique



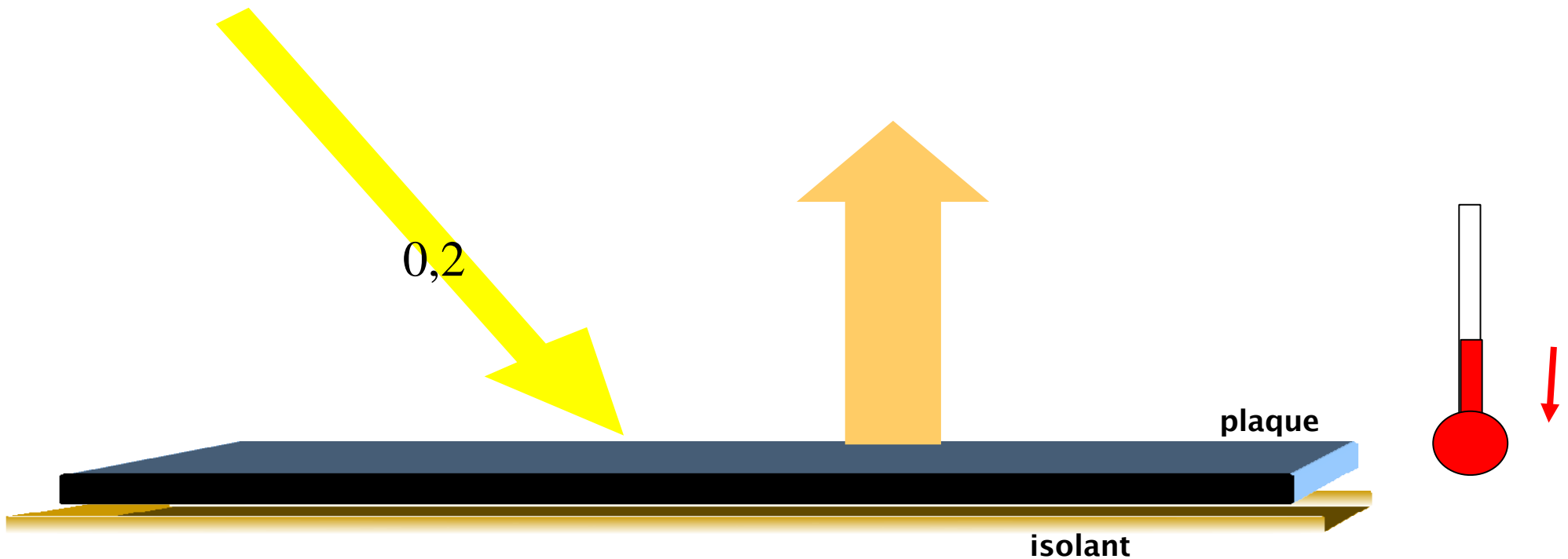
- L'équilibre est atteint lorsque l'énergie que perd l'objet est exactement compensée par l'énergie qu'il reçoit.

### 3) L'équilibre énergétique



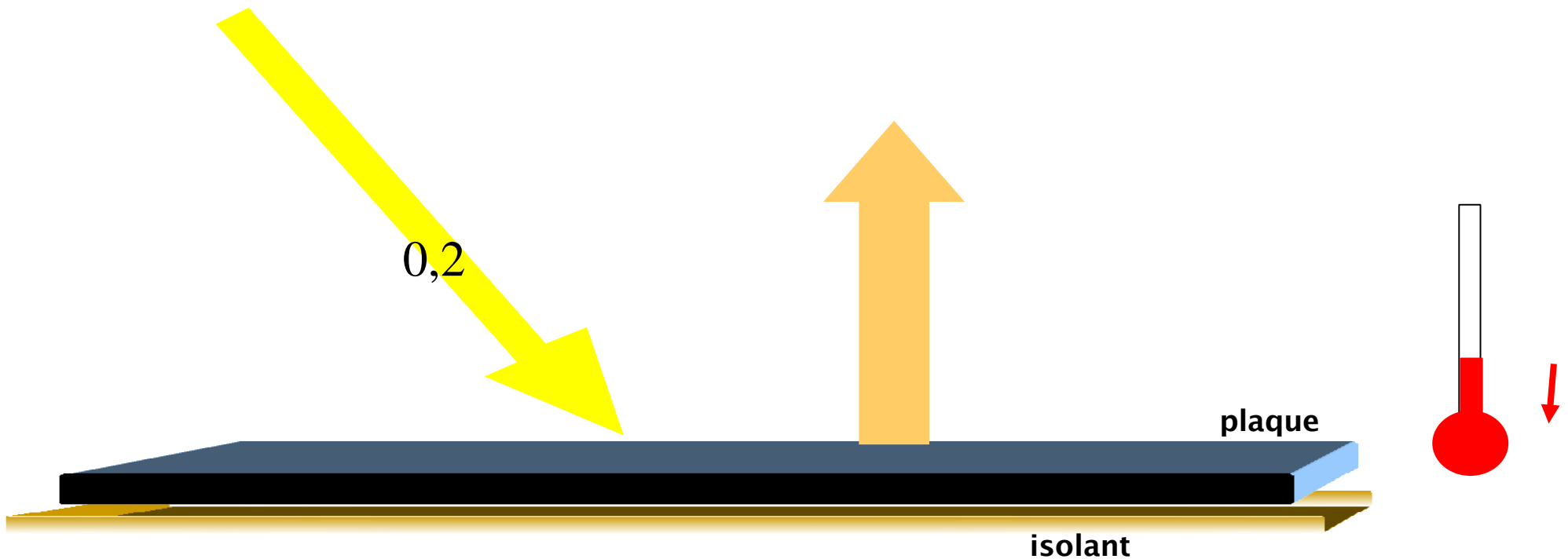
- Si un objet reçoit moins d'énergie qu'il n'en perd, sa température diminue.

### 3) L'équilibre énergétique



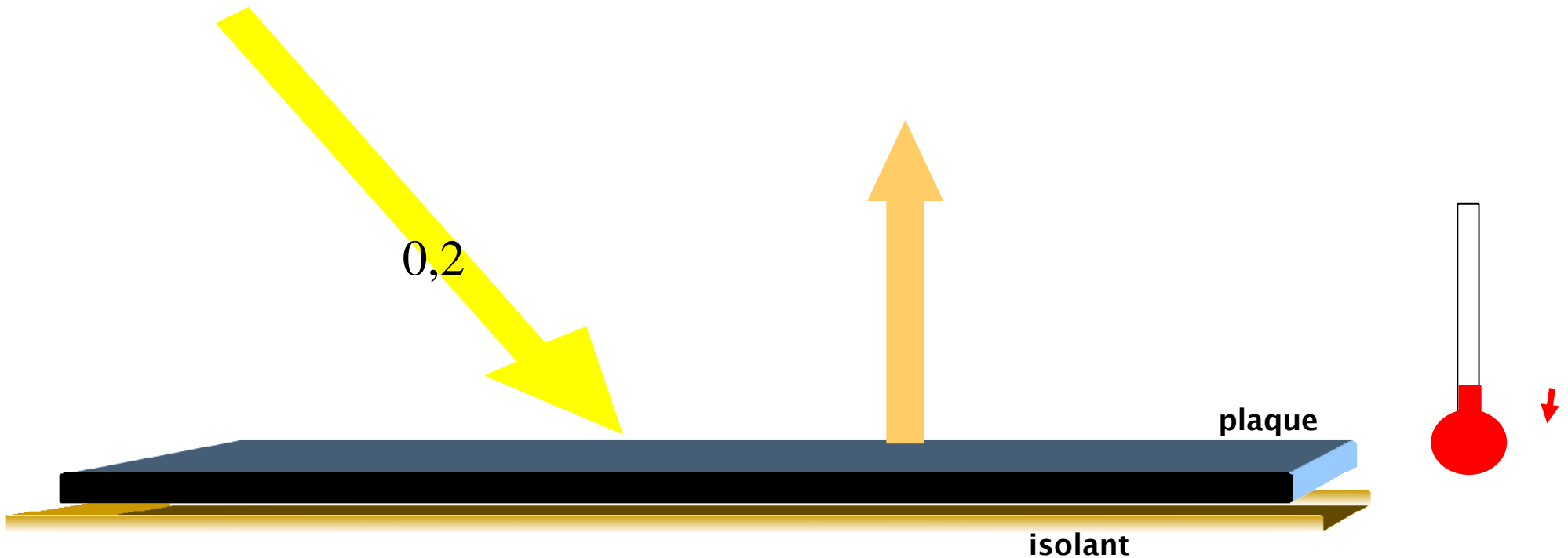
- Comme sa température diminue, l'énergie perdue par émission de rayonnement diminue.

### 3) L'équilibre énergétique



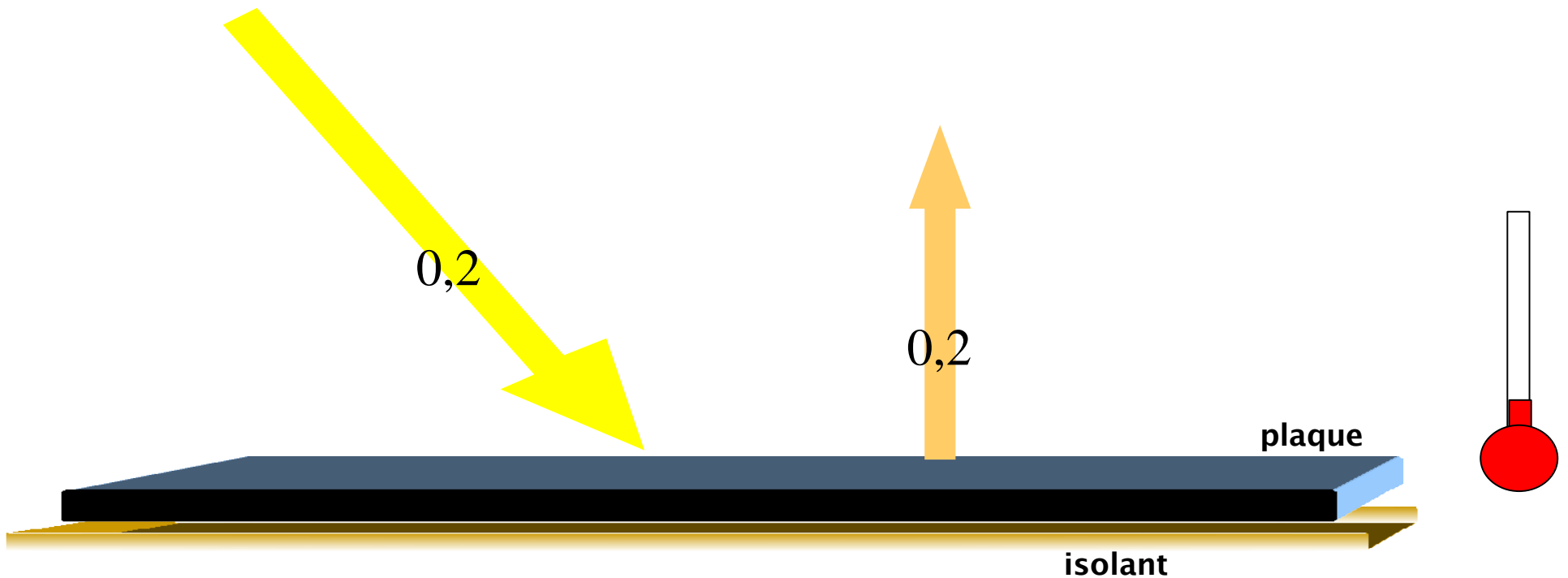
- Comme sa température diminue, l'énergie perdue par émission de rayonnement diminue.

### 3) L'équilibre énergétique



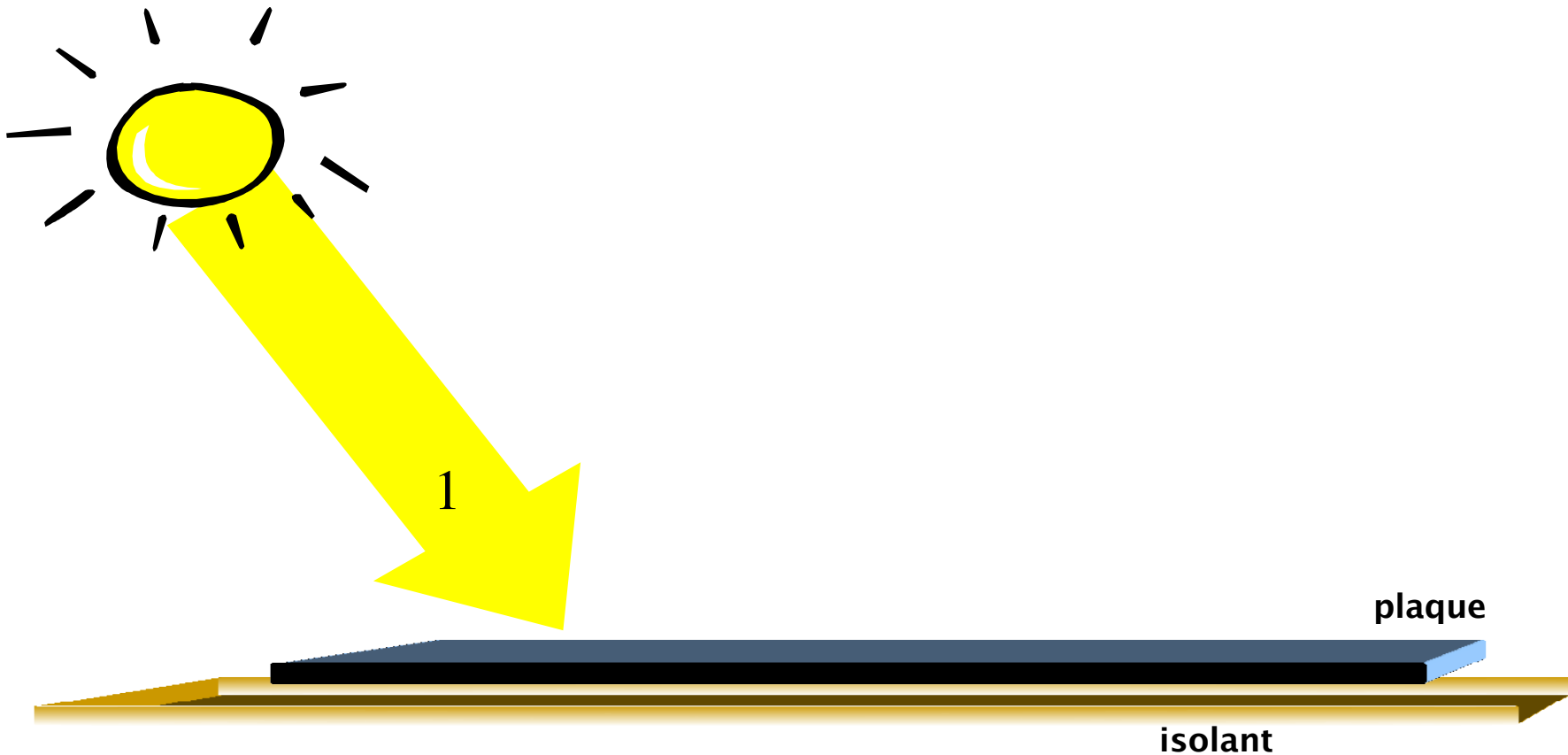
- Comme sa température diminue, l'énergie perdue par émission de rayonnement diminue.

### 3) L'équilibre énergétique



- L'équilibre est atteint lorsque l'énergie que perd l'objet est exactement compensée par l'énergie qu'il reçoit.

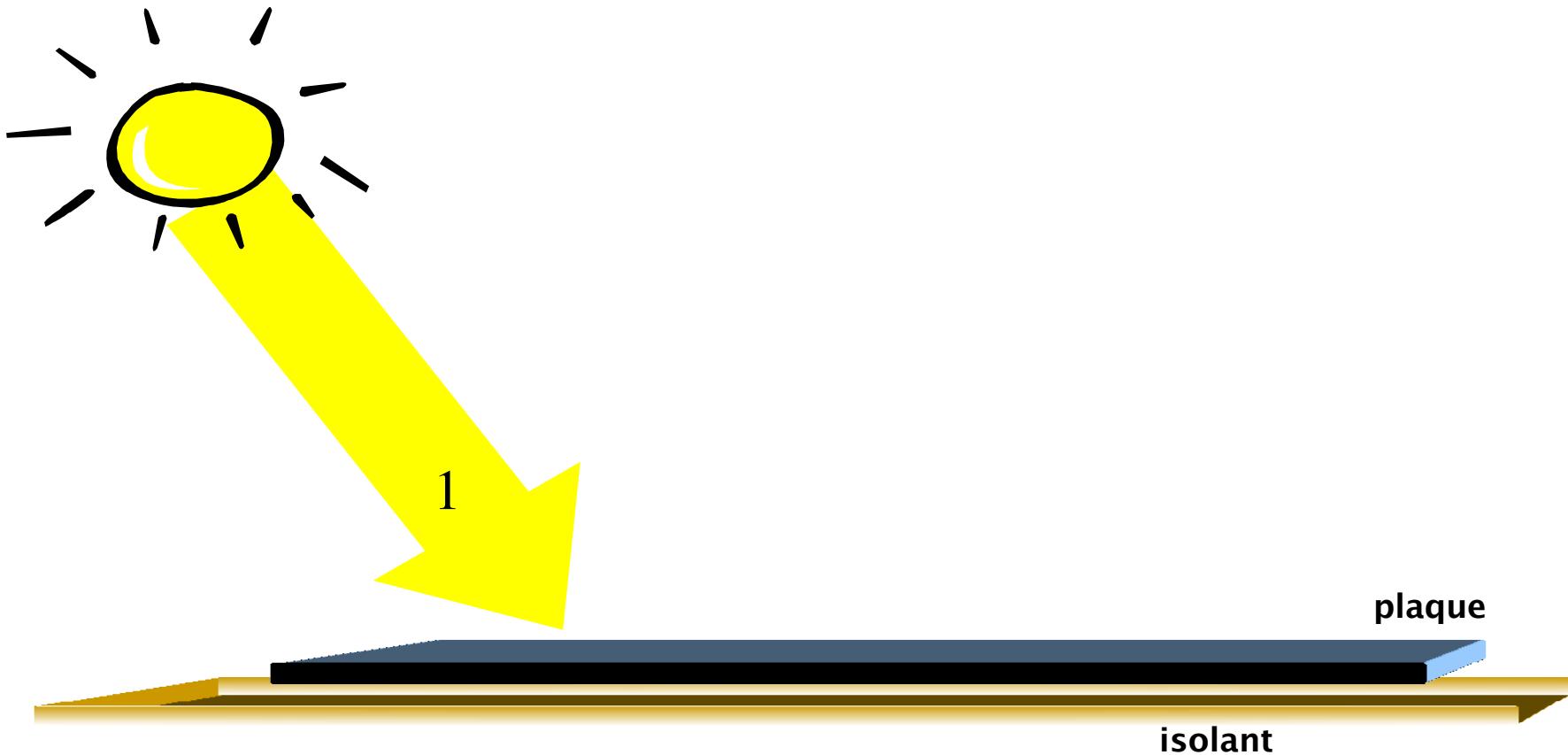
## 4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil



a) Prenons une plaque noire, posée sur un isolant de sorte qu'elle ne peut émettre du rayonnement que vers le haut.

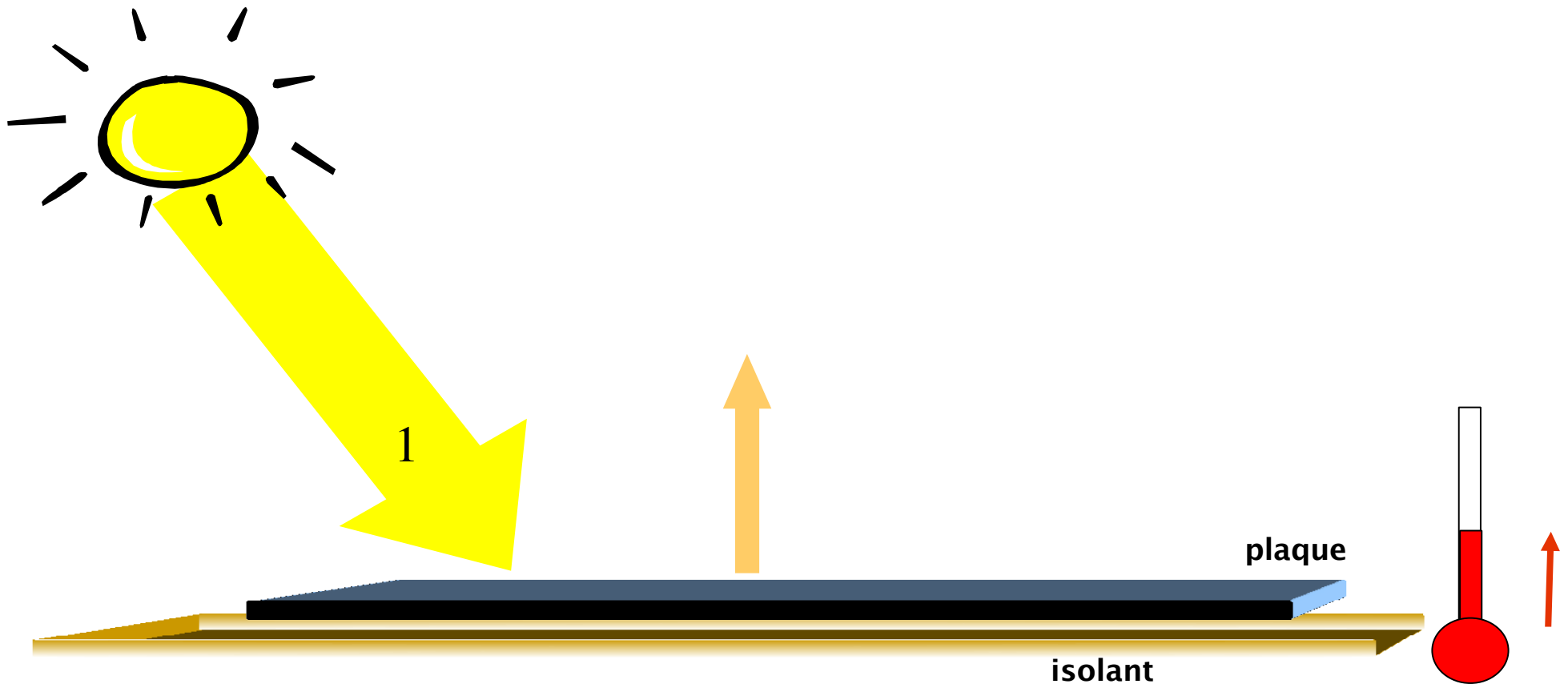


## 4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil



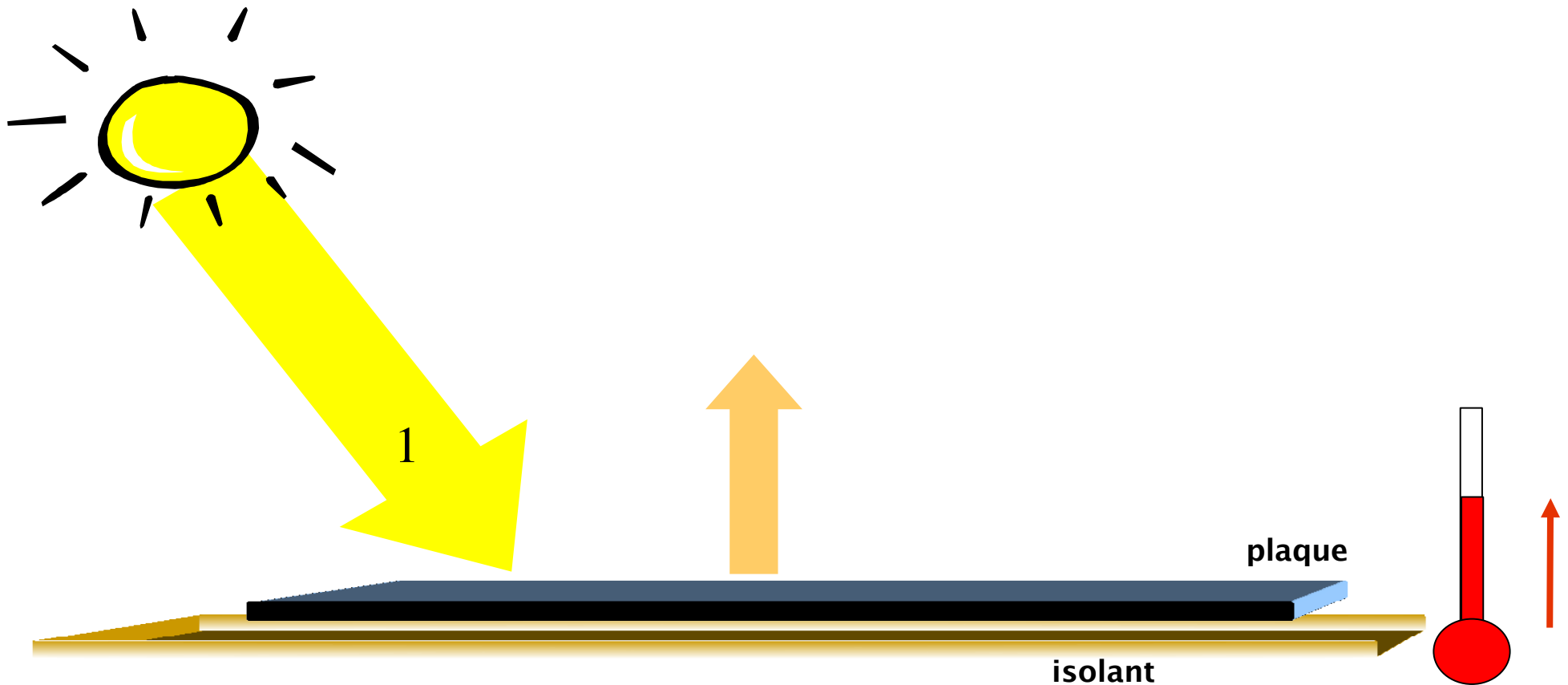
a) Prenons une plaque noire, posée sur un isolant de sorte qu'elle ne peut émettre du rayonnement que vers le haut. Plaçons cette plaque au soleil : parce qu'elle est noire, elle absorbe le rayonnement solaire. Elle gagne de l'énergie.

## 4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil



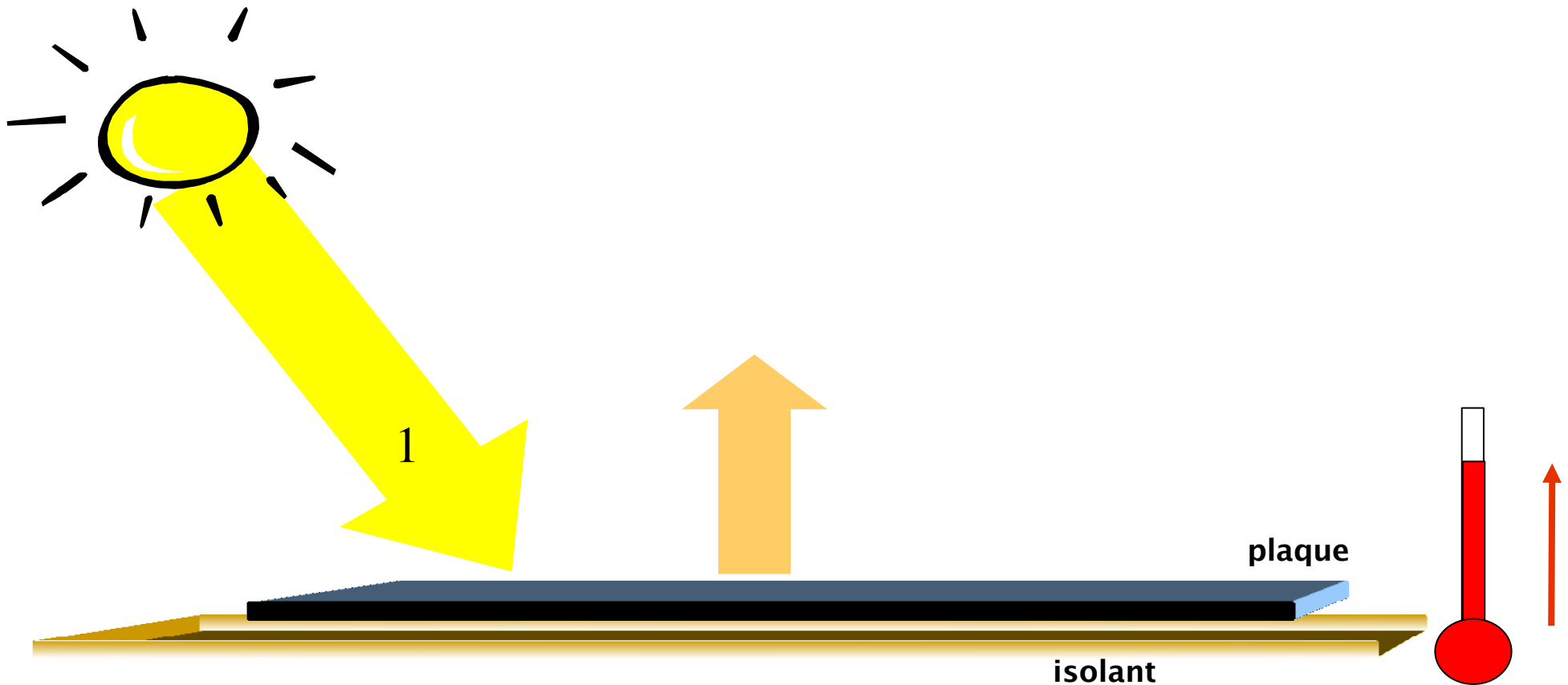
b) Comme elle gagne de l'énergie sa température augmente. Comme sa température augmente, l'énergie perdue par émission de rayonnement augmente.

## 4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil



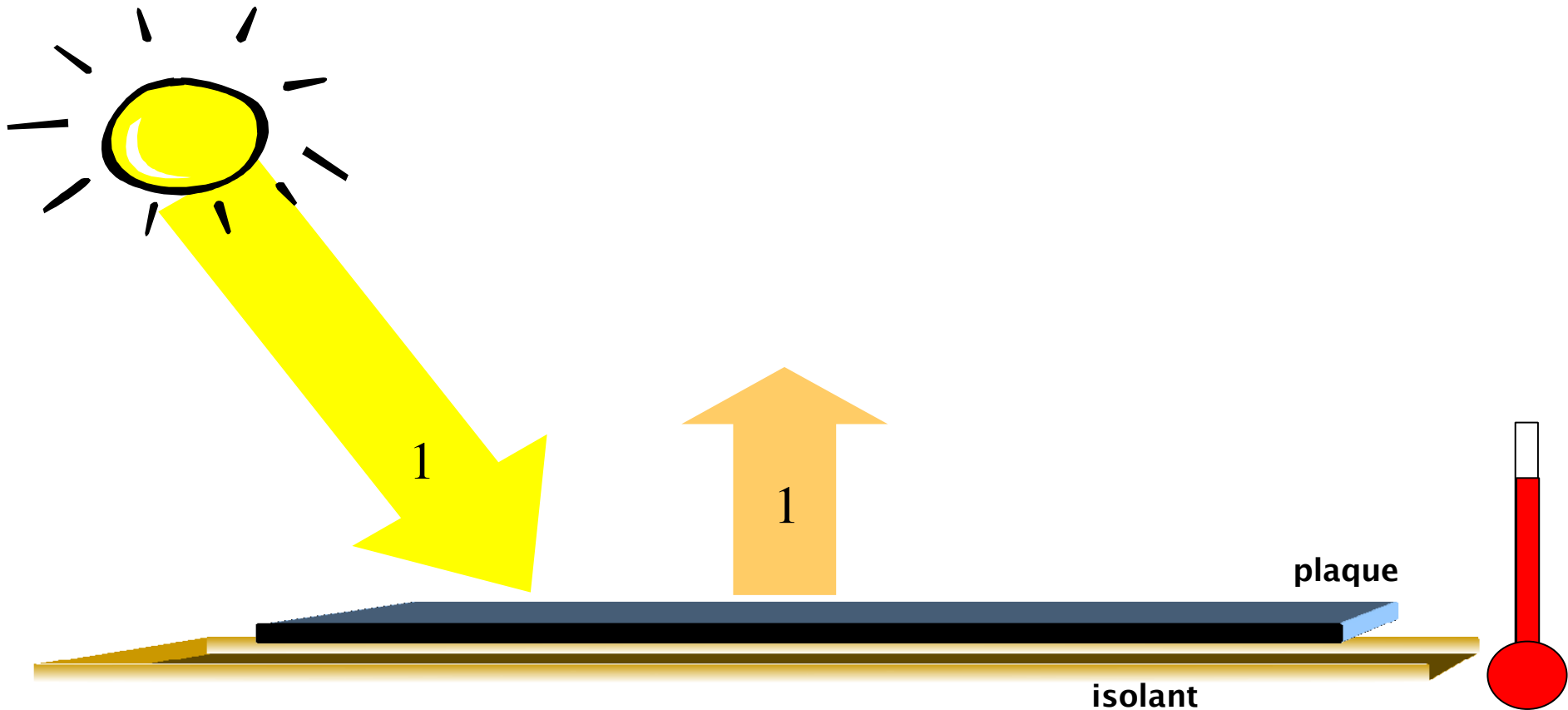
b) Comme elle gagne de l'énergie sa température augmente. Comme sa température augmente, l'énergie perdue par émission de rayonnement augmente.

## 4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil



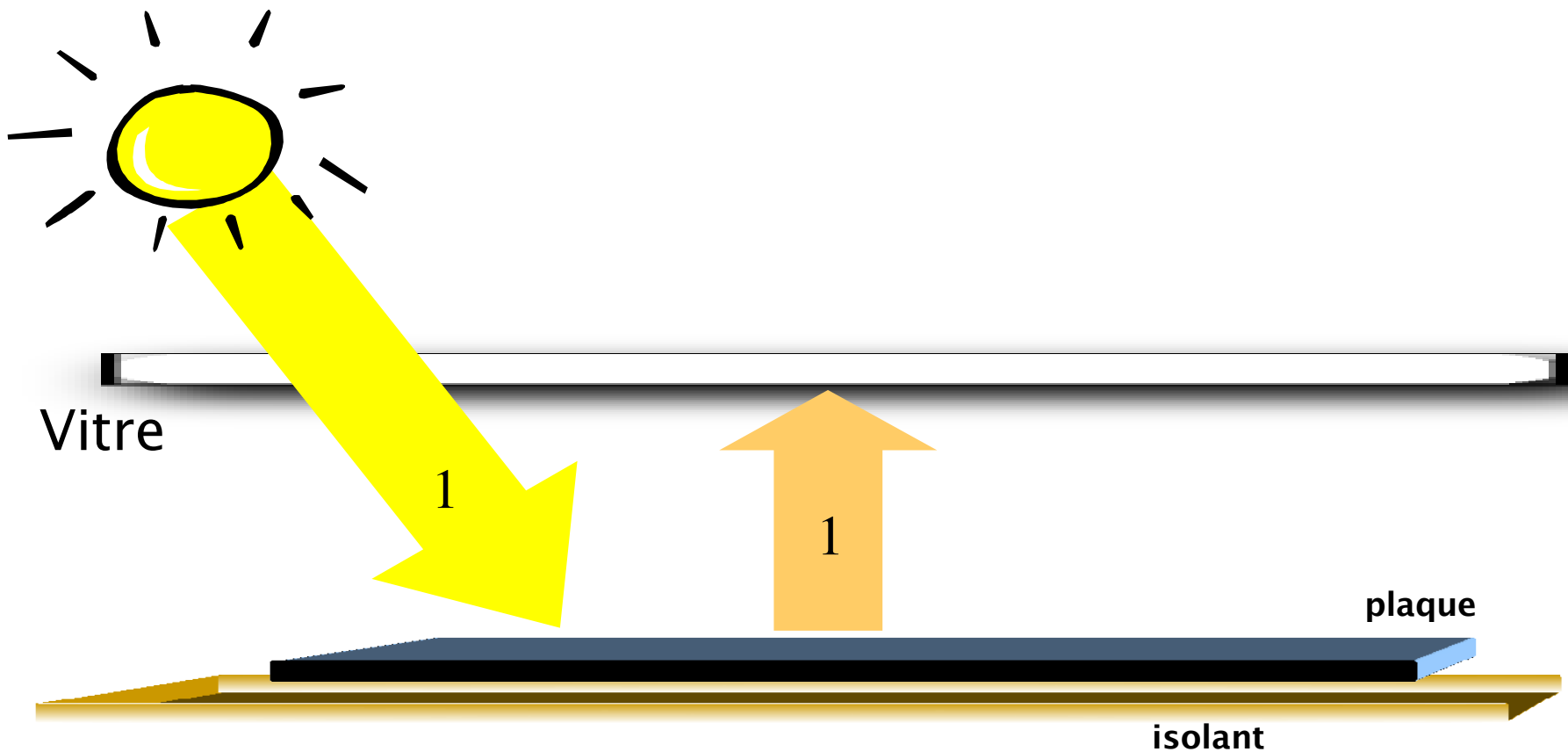
b) Comme elle gagne de l'énergie sa température augmente. Comme sa température augmente, l'énergie perdue par émission de rayonnement augmente.

## 4) Température d'équilibre d'une plaque au soleil



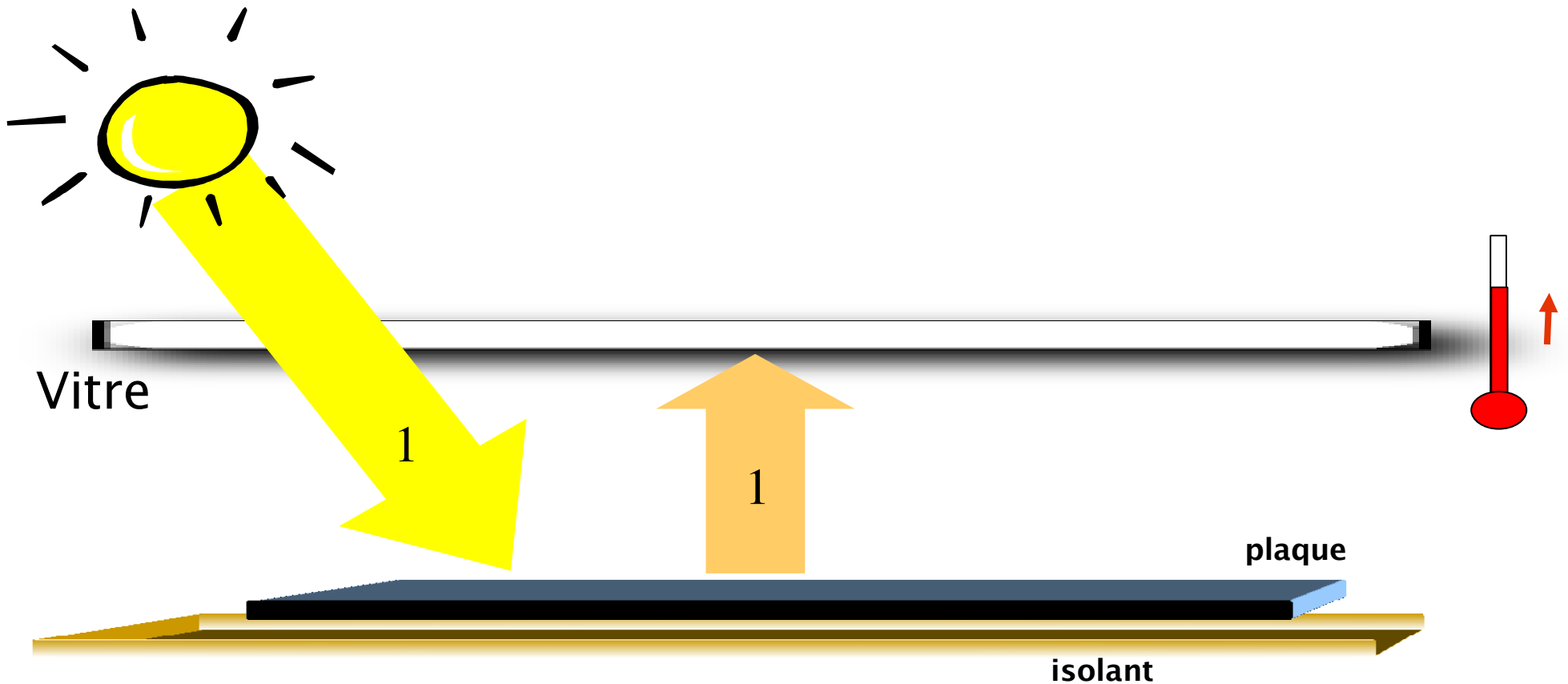
c) Finalement elle atteint sa température d'équilibre lorsqu'elle perd autant d'énergie par émission de rayonnement infrarouge qu'elle en gagne par absorption de rayonnement solaire.

## 5) L'effet de serre



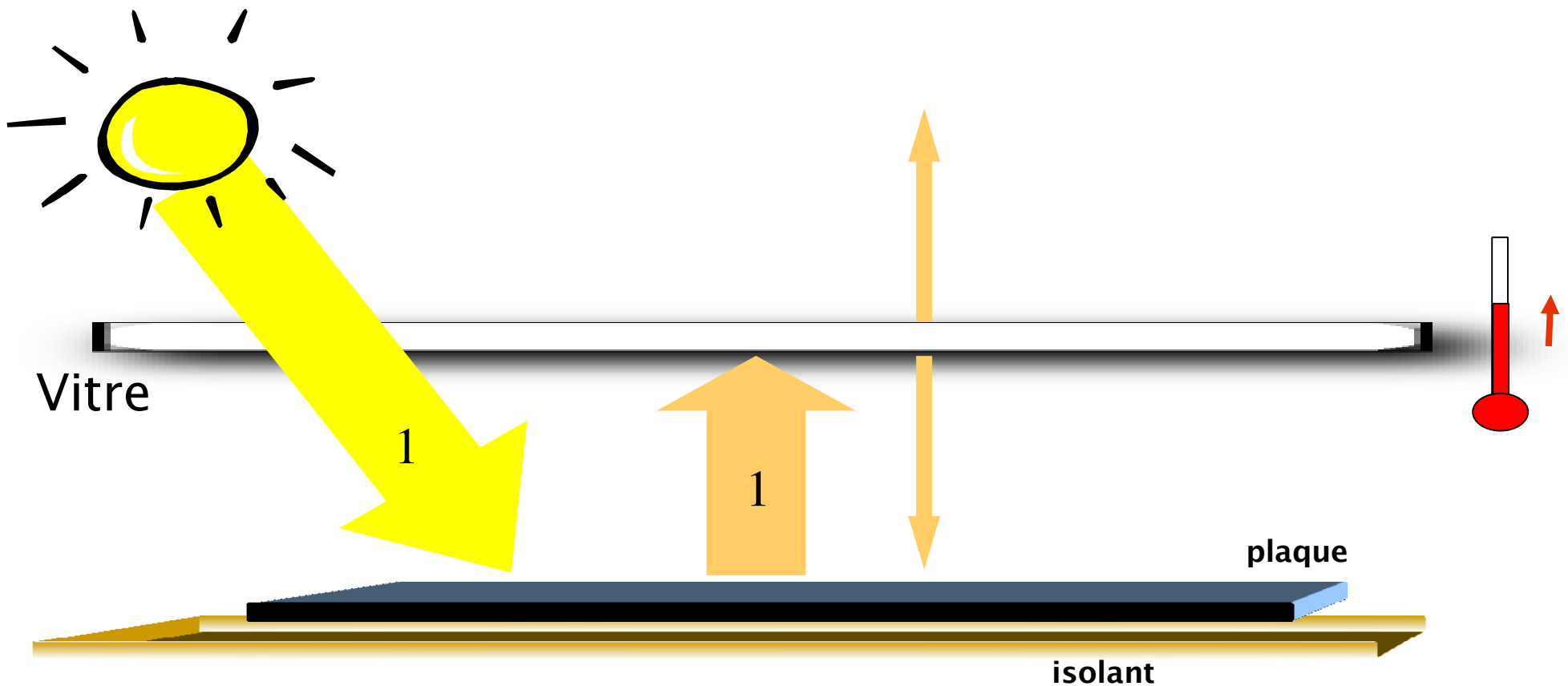
Plaçons maintenant une vitre au-dessus de cette plaque au soleil. Cette vitre est parfaitement transparente au rayonnement solaire mais absorbe totalement le rayonnement infrarouge.

## 5) L'effet de serre



L'absorption par la vitre du rayonnement infrarouge émis par la plaque lui fait gagner de l'énergie donc sa température s'élève.

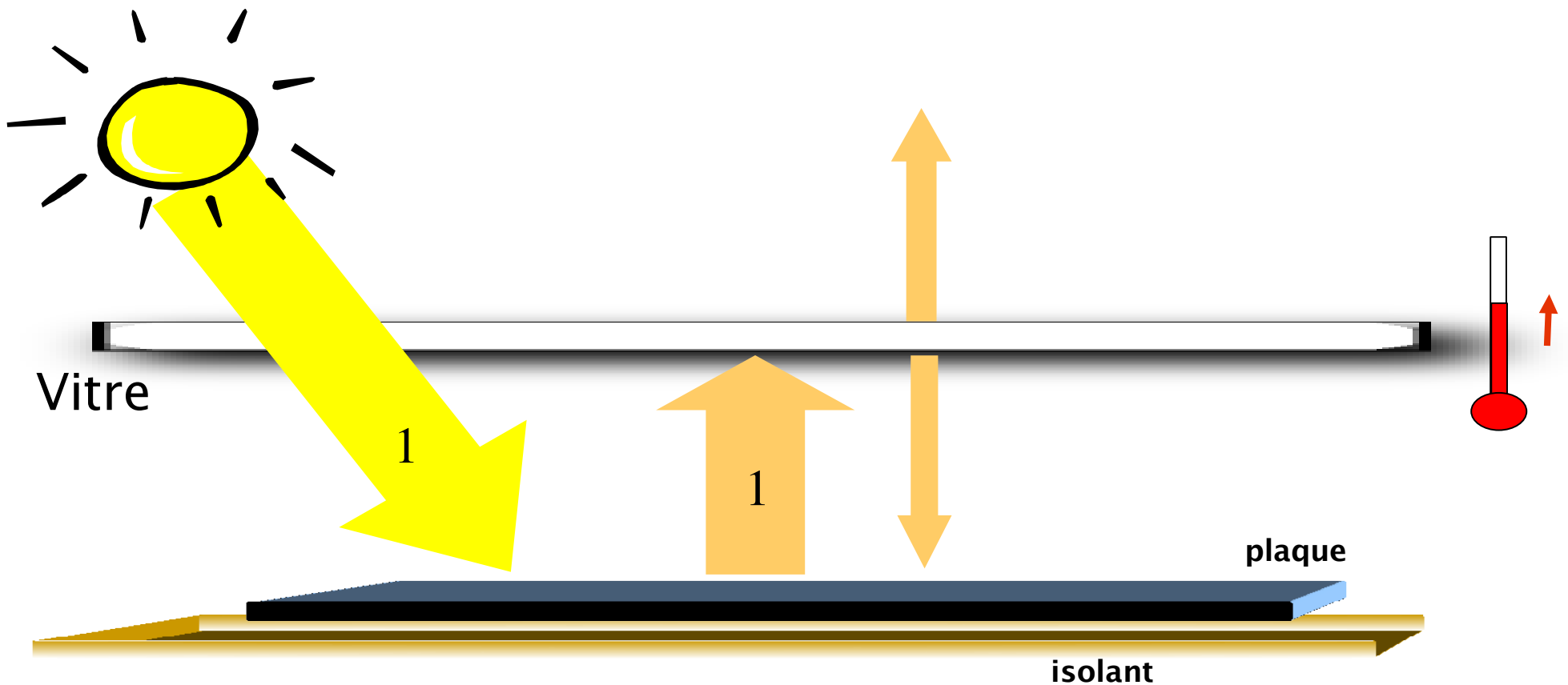
## 5) L'effet de serre



Comme la température de la vitre augmente, elle émet plus de rayonnement infrarouge. Dans le cas présent, elle émet autant de rayonnement vers le haut que vers le bas.

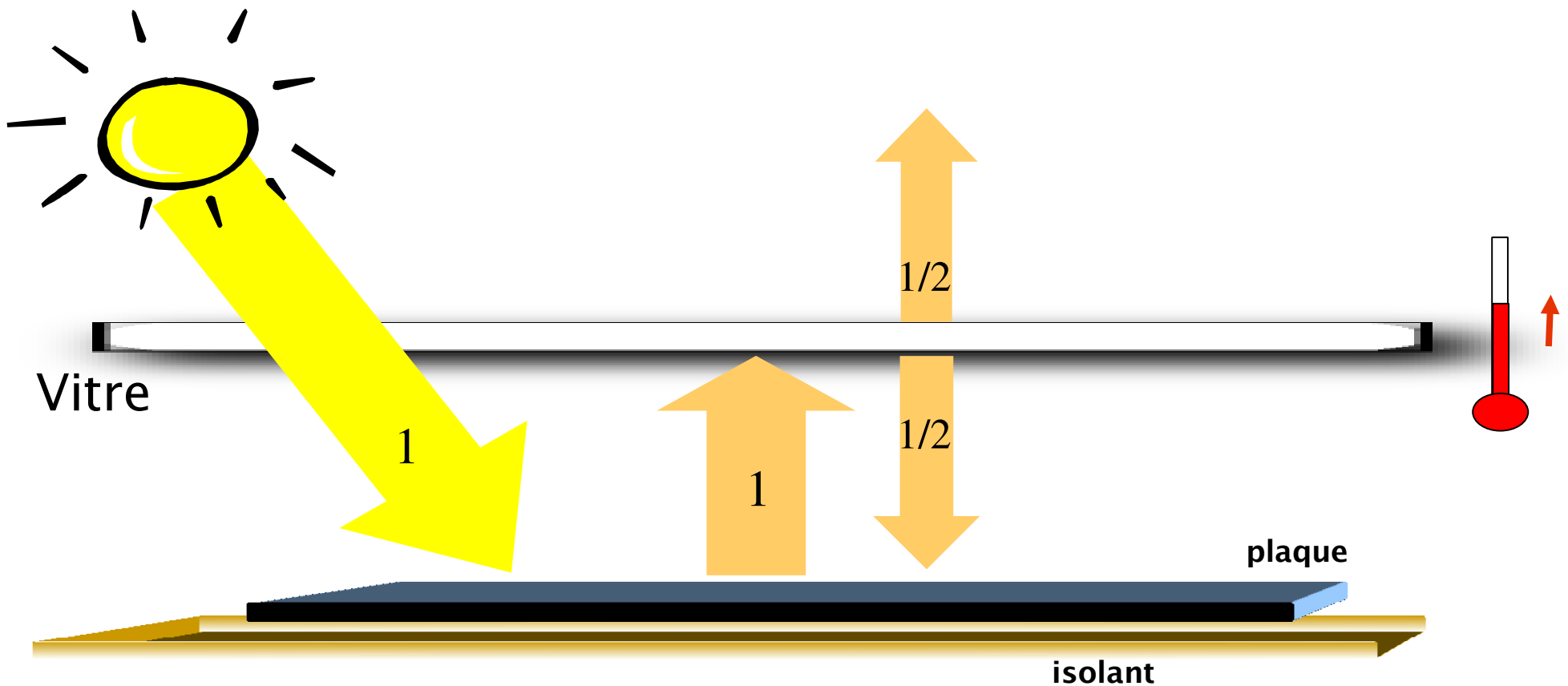


## 5) L'effet de serre



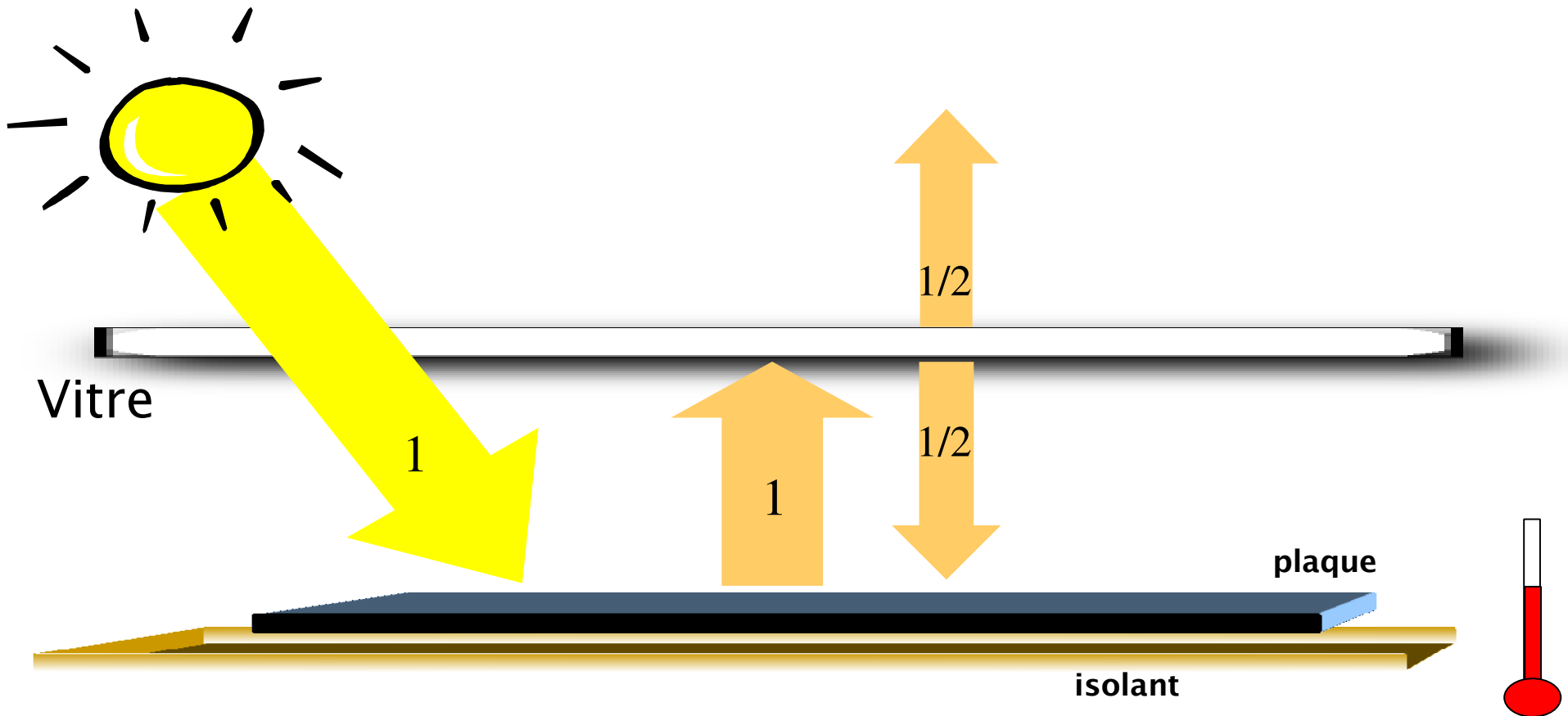
Comme la température de la vitre augmente, elle émet plus de rayonnement infrarouge. Dans le cas présent, elle émet autant de rayonnement vers le haut que vers le bas.

## 5) L'effet de serre



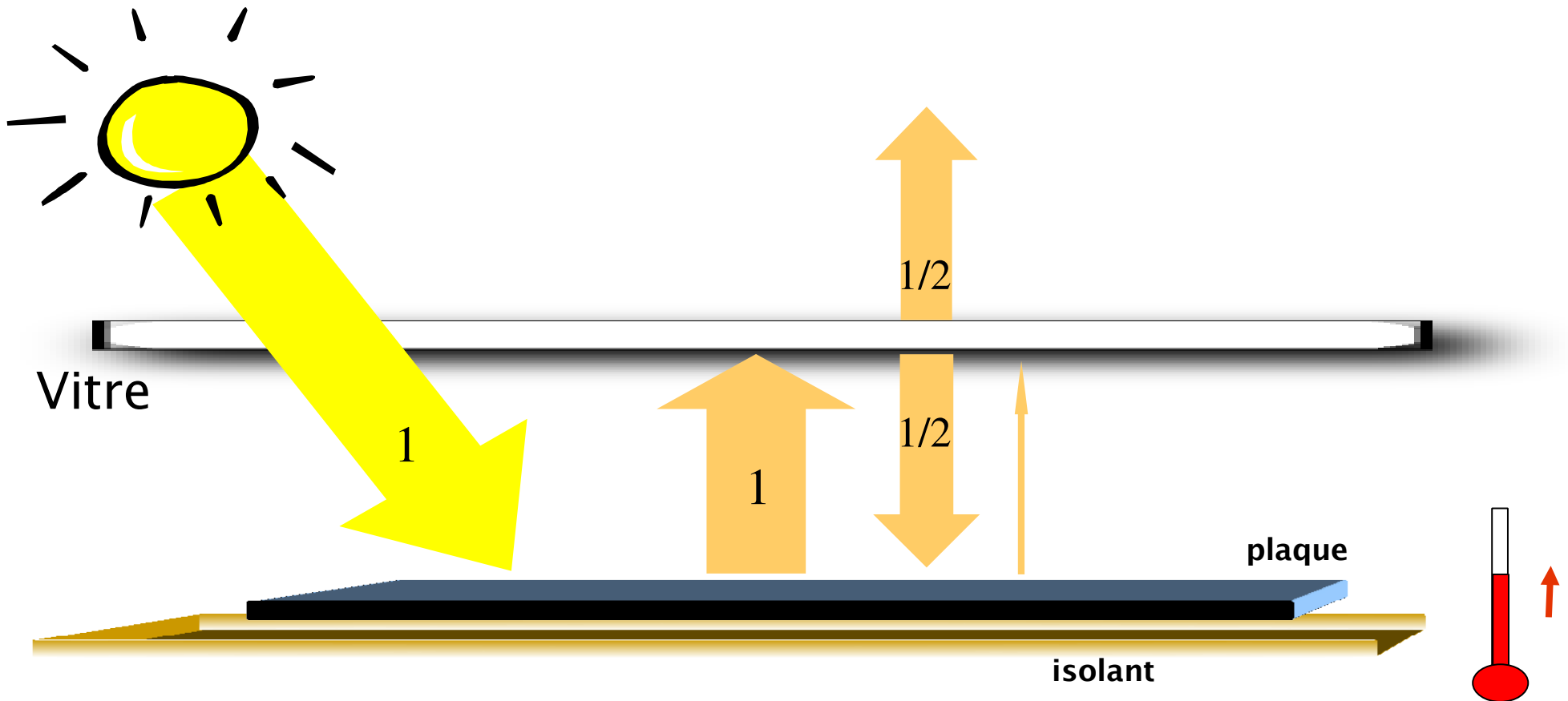
Elle atteint sa température d'équilibre lorsque elle perd autant d'énergie qu'elle en reçoit.

## 5) L'effet de serre



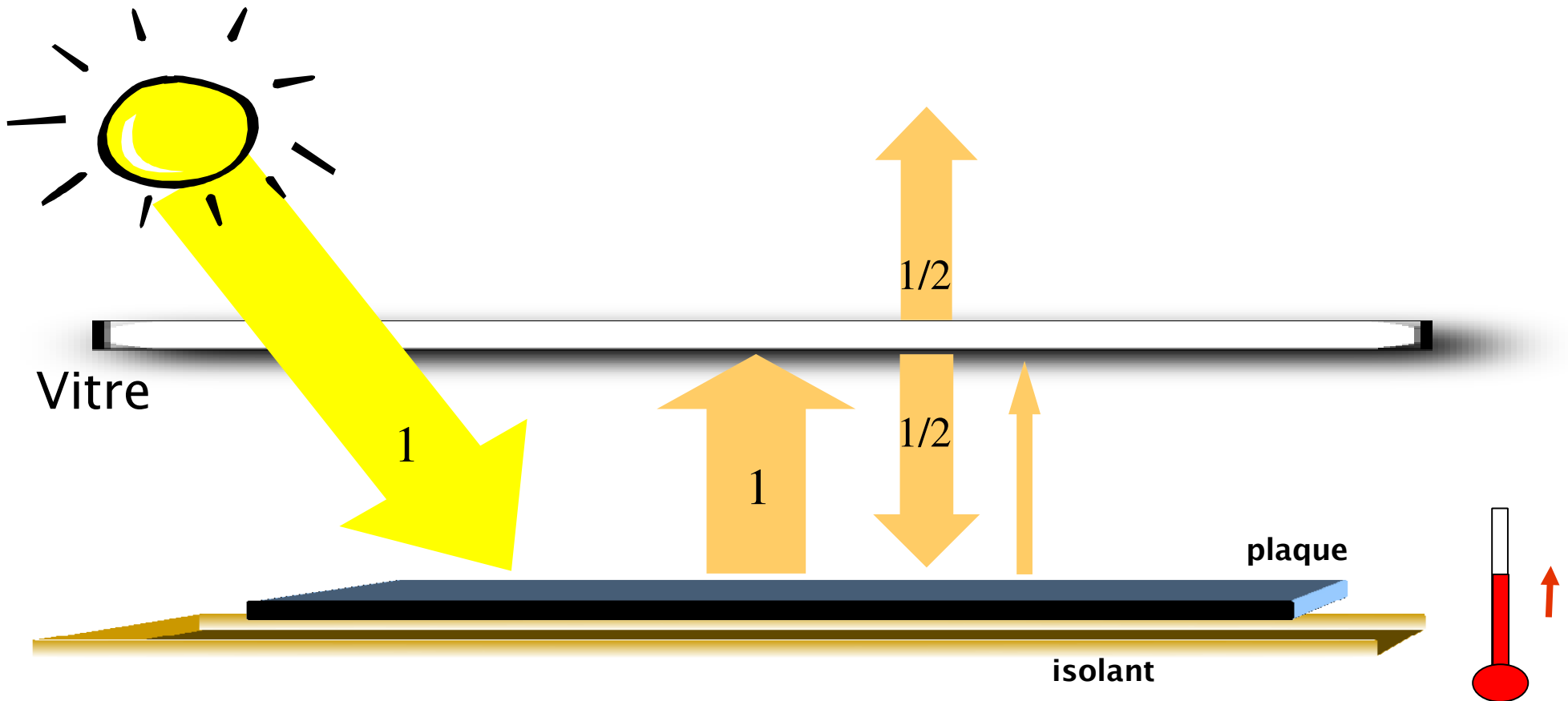
Le rayonnement infrarouge émis par la vitre vers le bas est absorbé par la plaque.

## 5) L'effet de serre



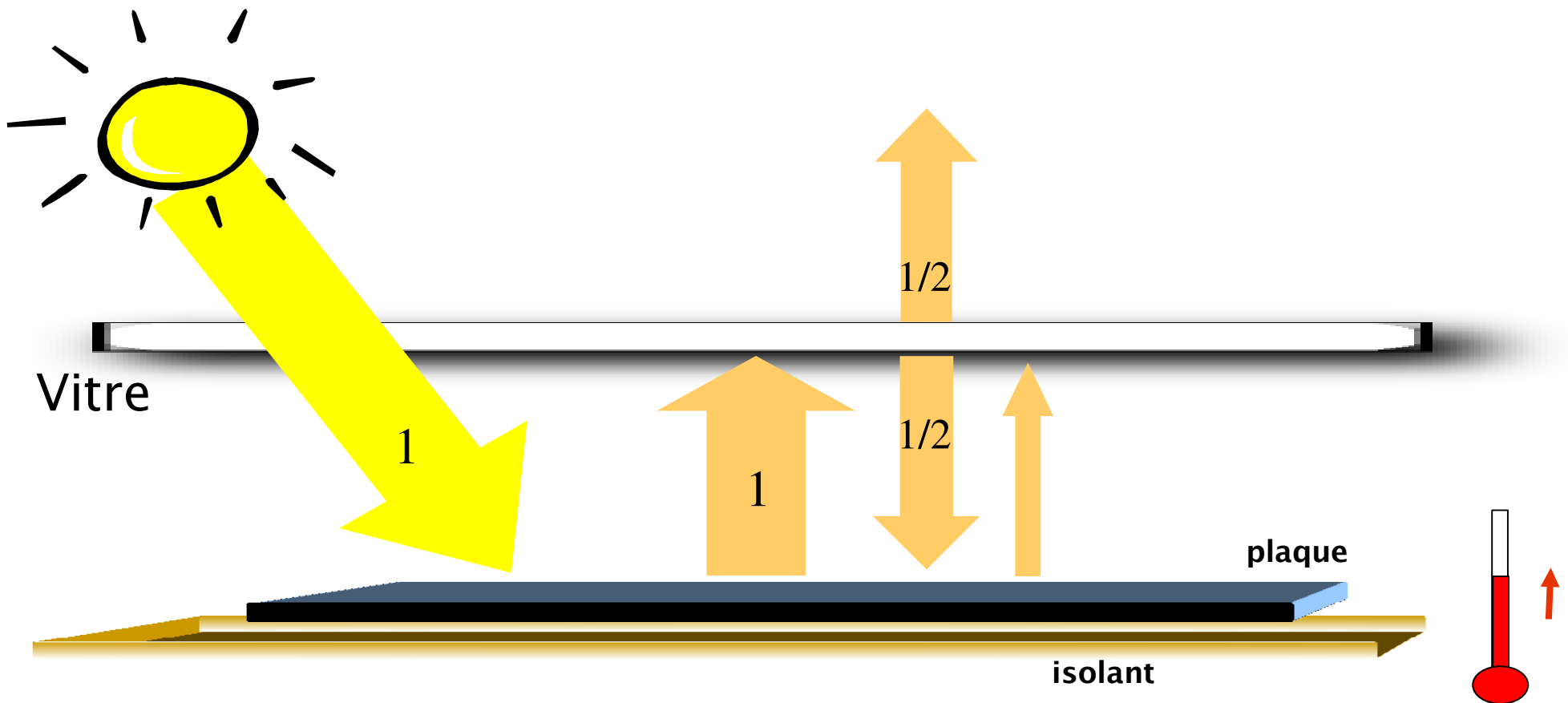
Comme la plaque reçoit plus d'énergie, sa température augmente et donc émet davantage de rayonnement infrarouge.

## 5) L'effet de serre



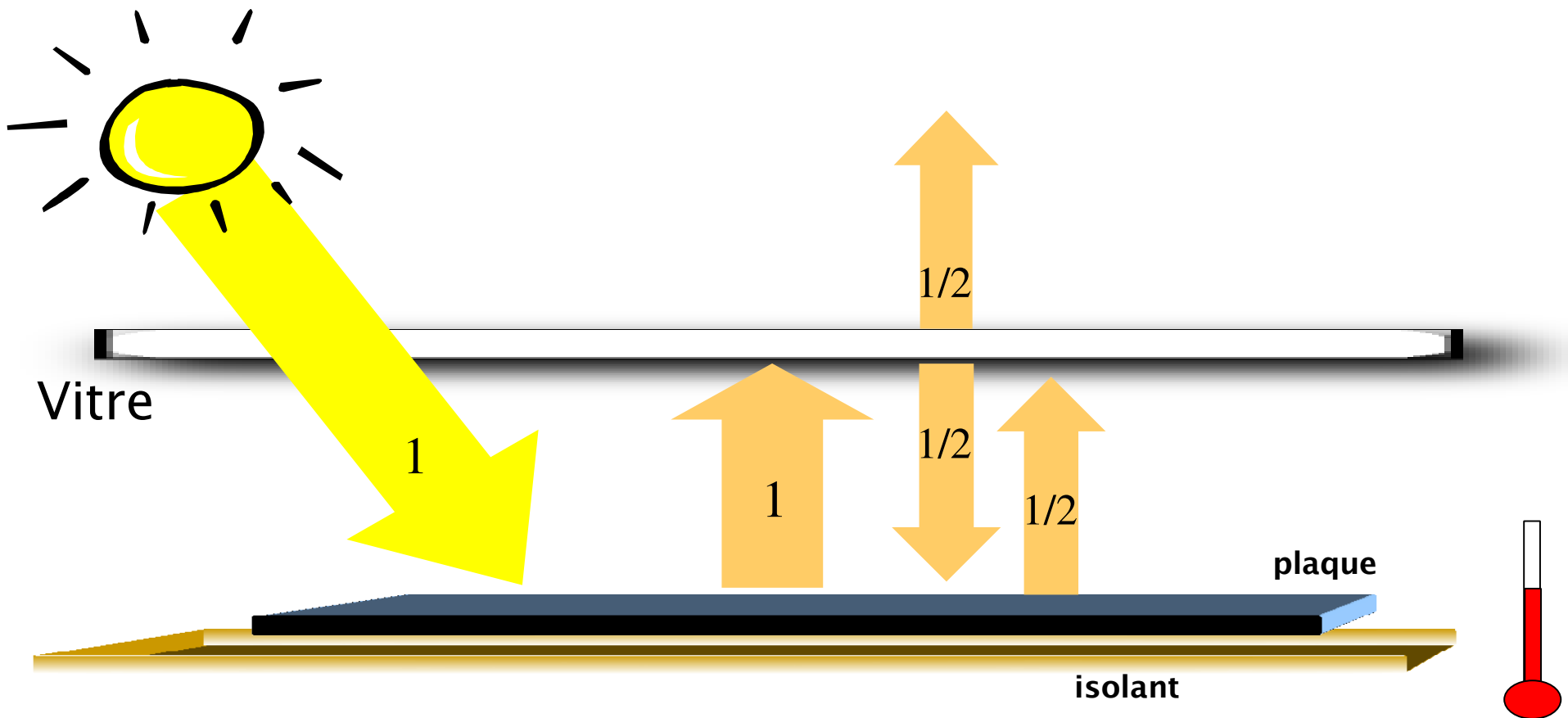
Comme la plaque reçoit plus d'énergie, sa température augmente et donc émet davantage de rayonnement infrarouge.

## 5) L'effet de serre



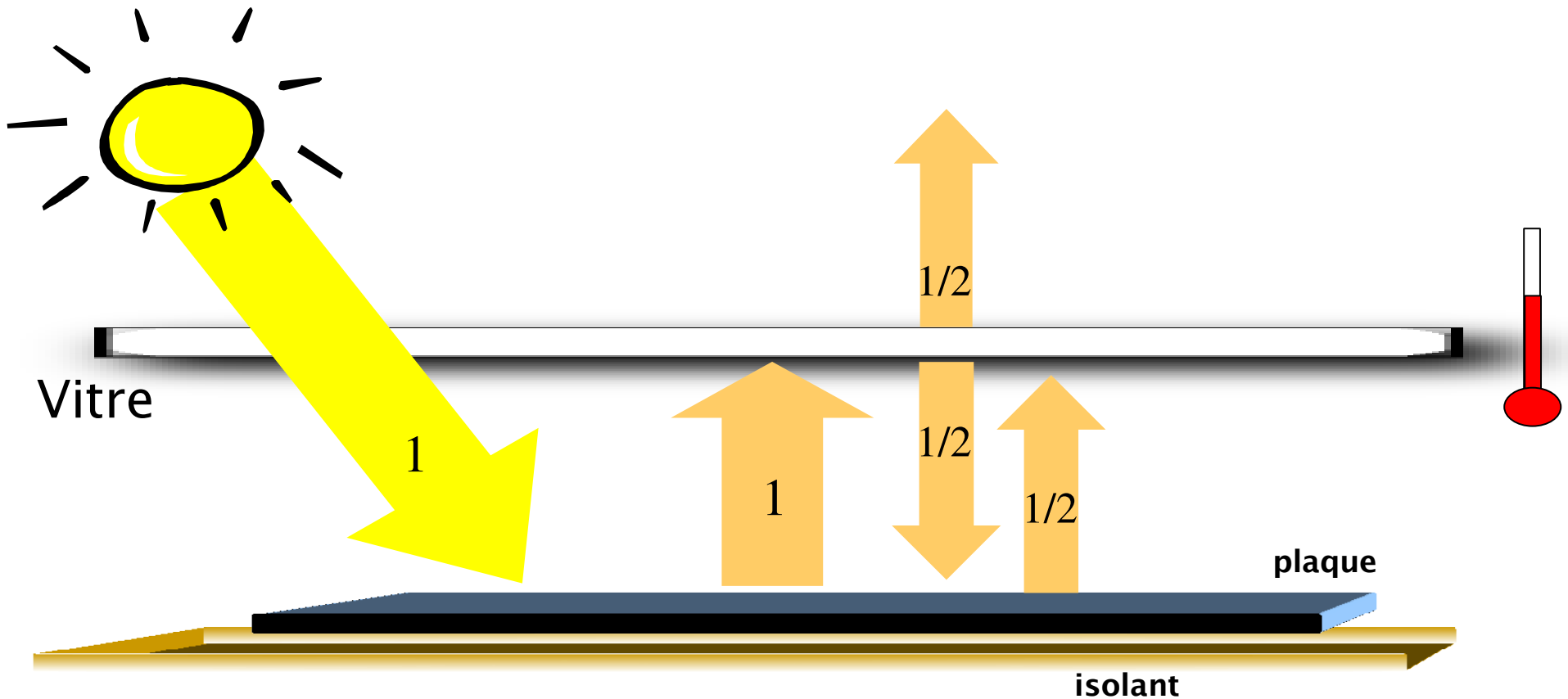
Comme la plaque reçoit plus d'énergie, sa température augmente et donc émet davantage de rayonnement infrarouge.

## 5) L'effet de serre



Jusqu'à ce qu'elle atteigne une nouvelle température d'équilibre.

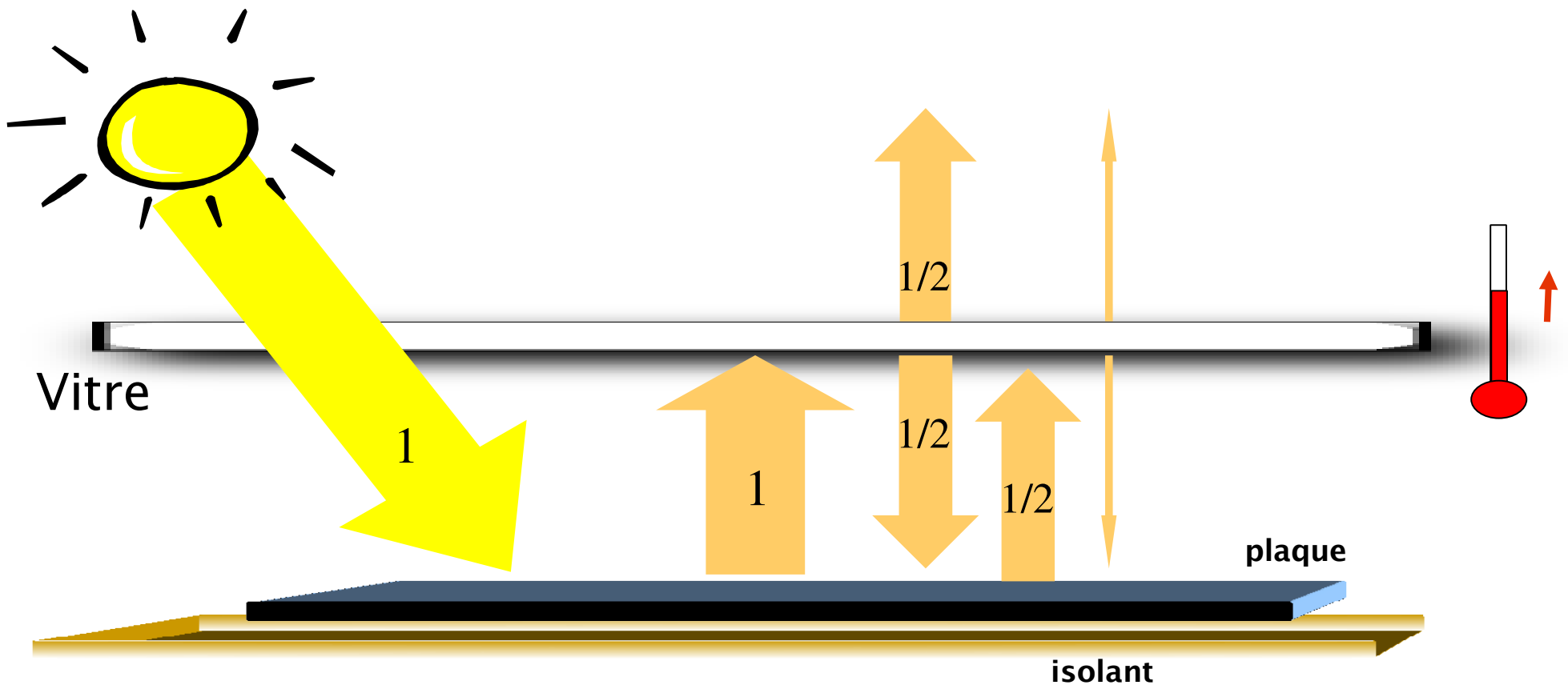
## 5) L'effet de serre



Ce rayonnement supplémentaire émis par la plaque est de nouveau absorbé par la vitre dont la température augmente encore.

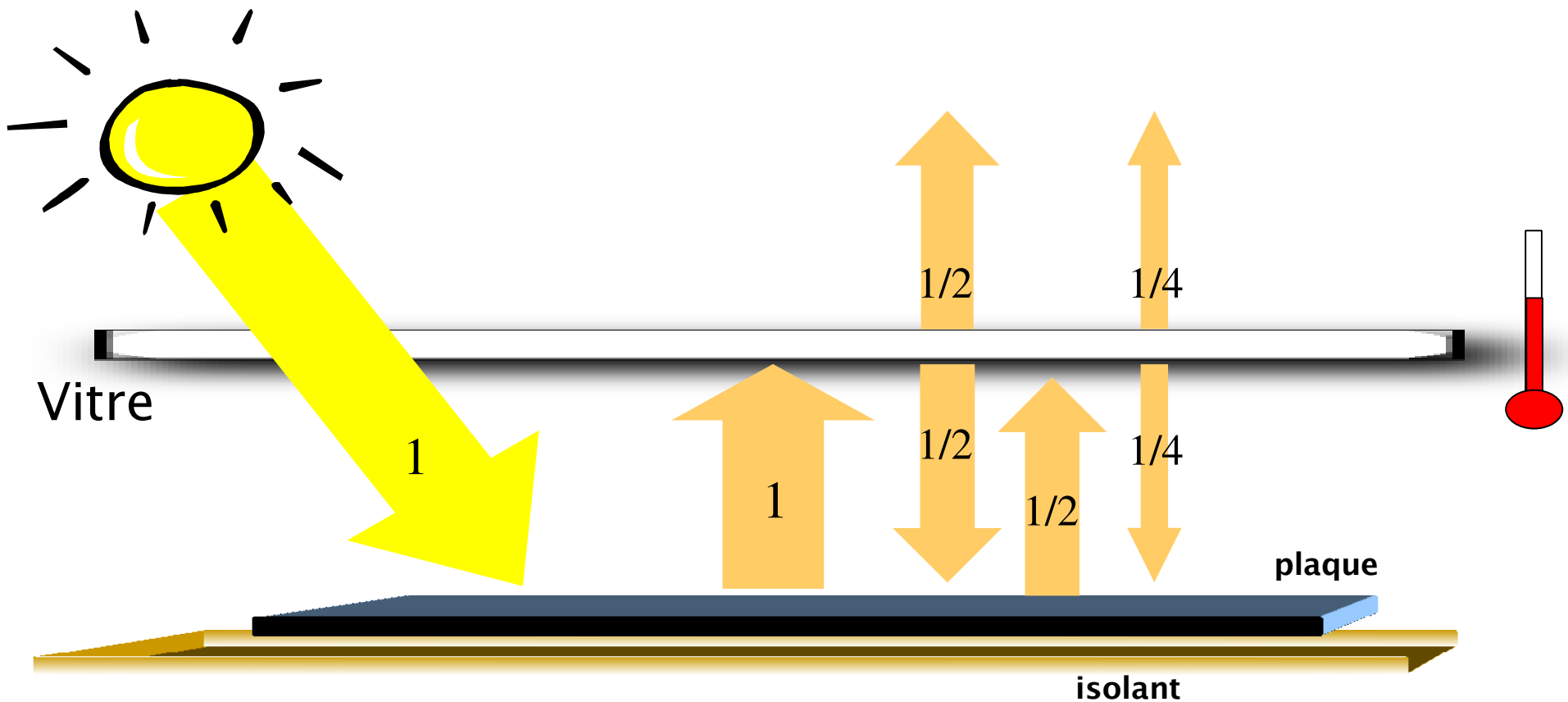


## 5) L'effet de serre



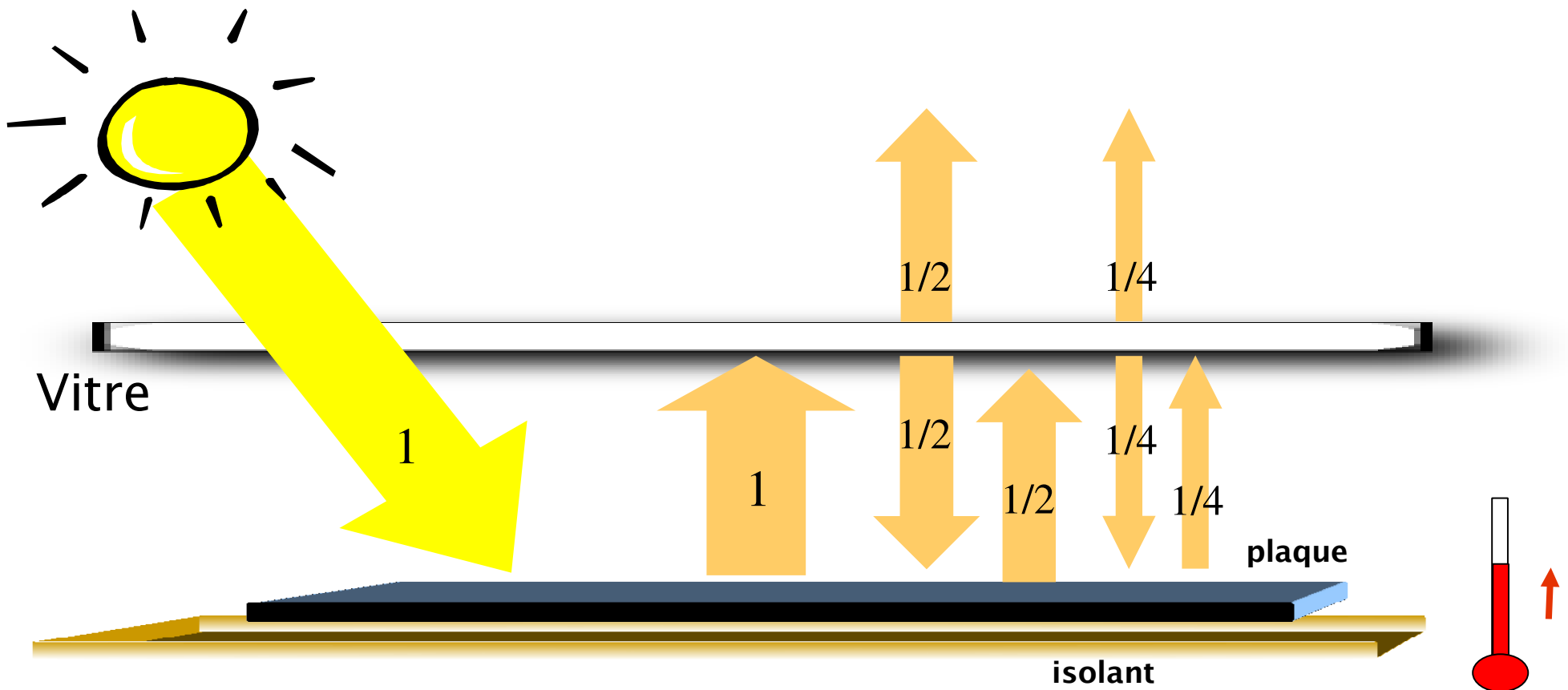
Comme la température de la vitre augmente, elle émet plus de rayonnement infrarouge, moitié vers le haut, moitié vers le bas.

## 5) L'effet de serre



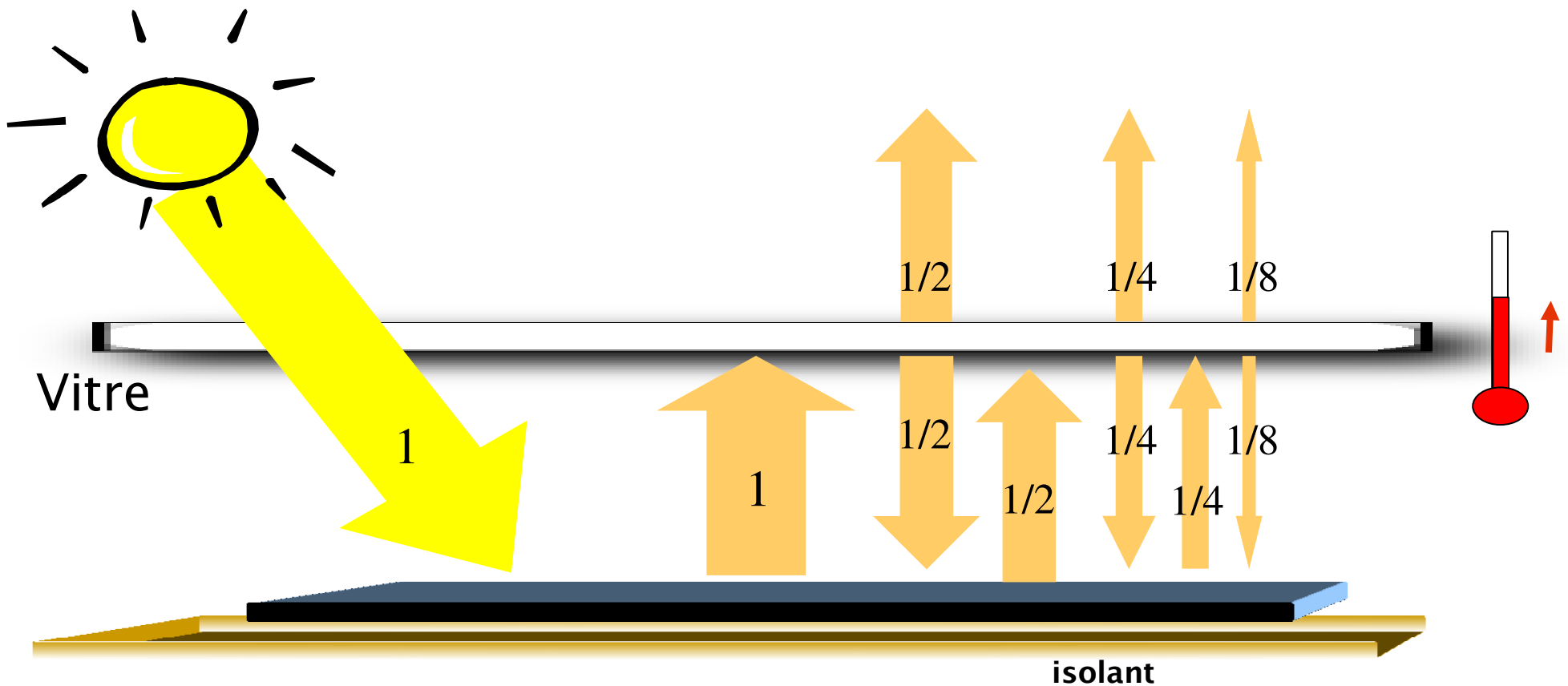
Elle atteint sa température d'équilibre lorsque elle perd autant d'énergie qu'elle en reçoit.

## 5) L'effet de serre



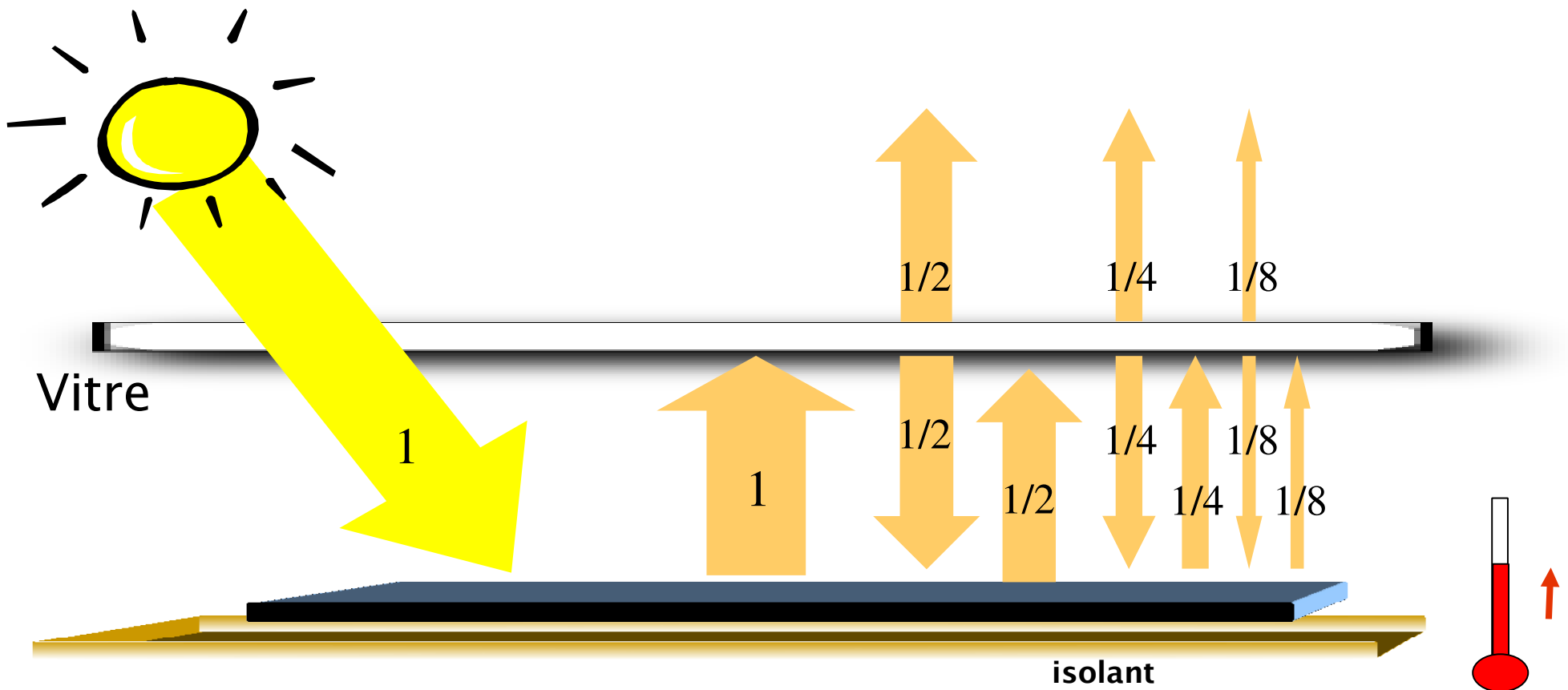
Comme la plaque reçoit plus d'énergie, sa température augmente et donc émet davantage de rayonnement infrarouge. Elle atteint sa température d'équilibre lorsque elle perd autant d'énergie qu'elle en reçoit.

## 5) L'effet de serre



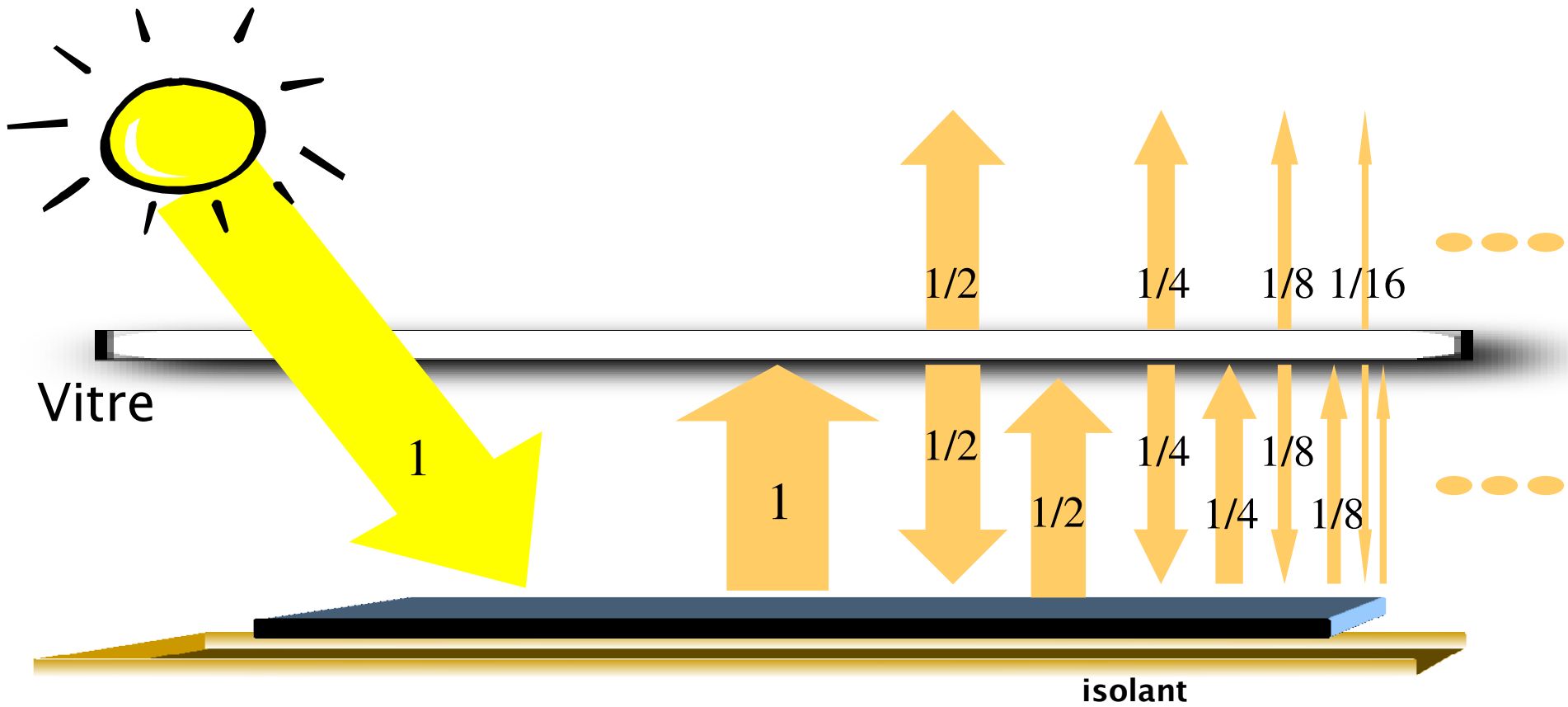
Comme la plaque reçoit plus d'énergie, sa température augmente et donc émet davantage de rayonnement infrarouge. Elle atteint sa température d'équilibre lorsque elle perd autant d'énergie qu'elle en reçoit.

## 5) L'effet de serre



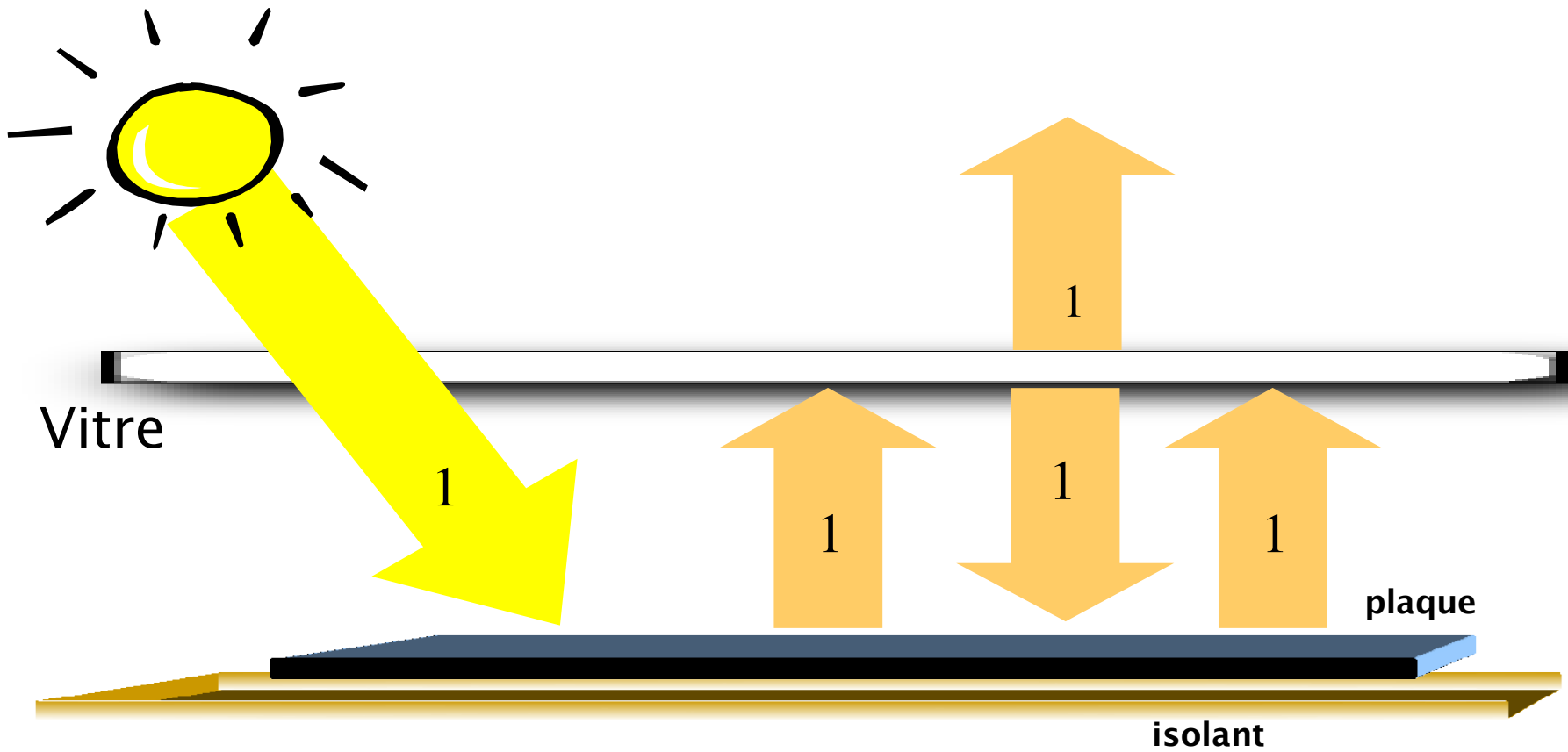
Comme la plaque reçoit plus d'énergie, sa température augmente et donc émet davantage de rayonnement infrarouge. Elle atteint sa température d'équilibre lorsque elle perd autant d'énergie qu'elle en reçoit.

## 5) L'effet de serre



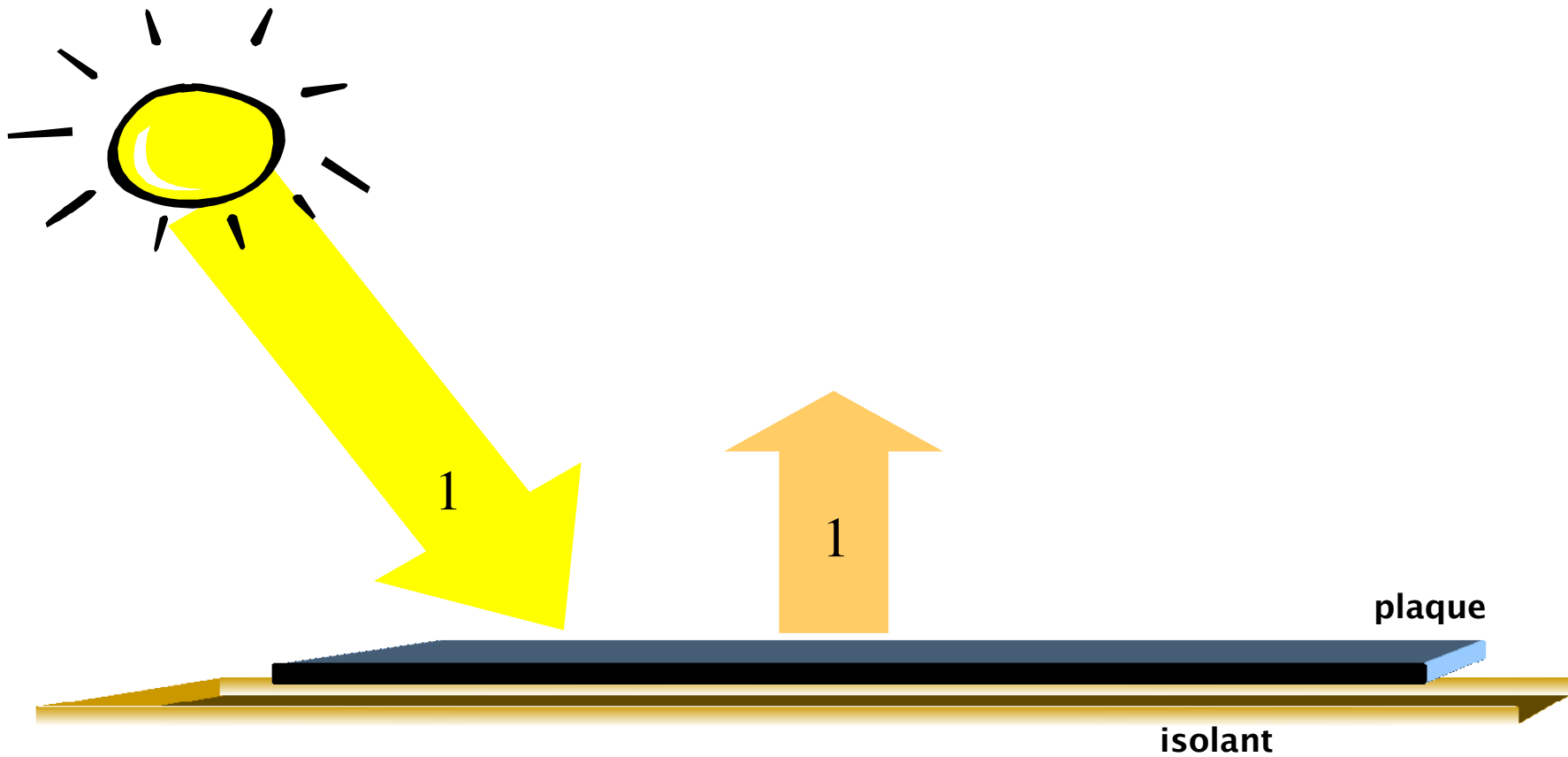
etc...

## 5) L'effet de serre



et si on fait la somme...

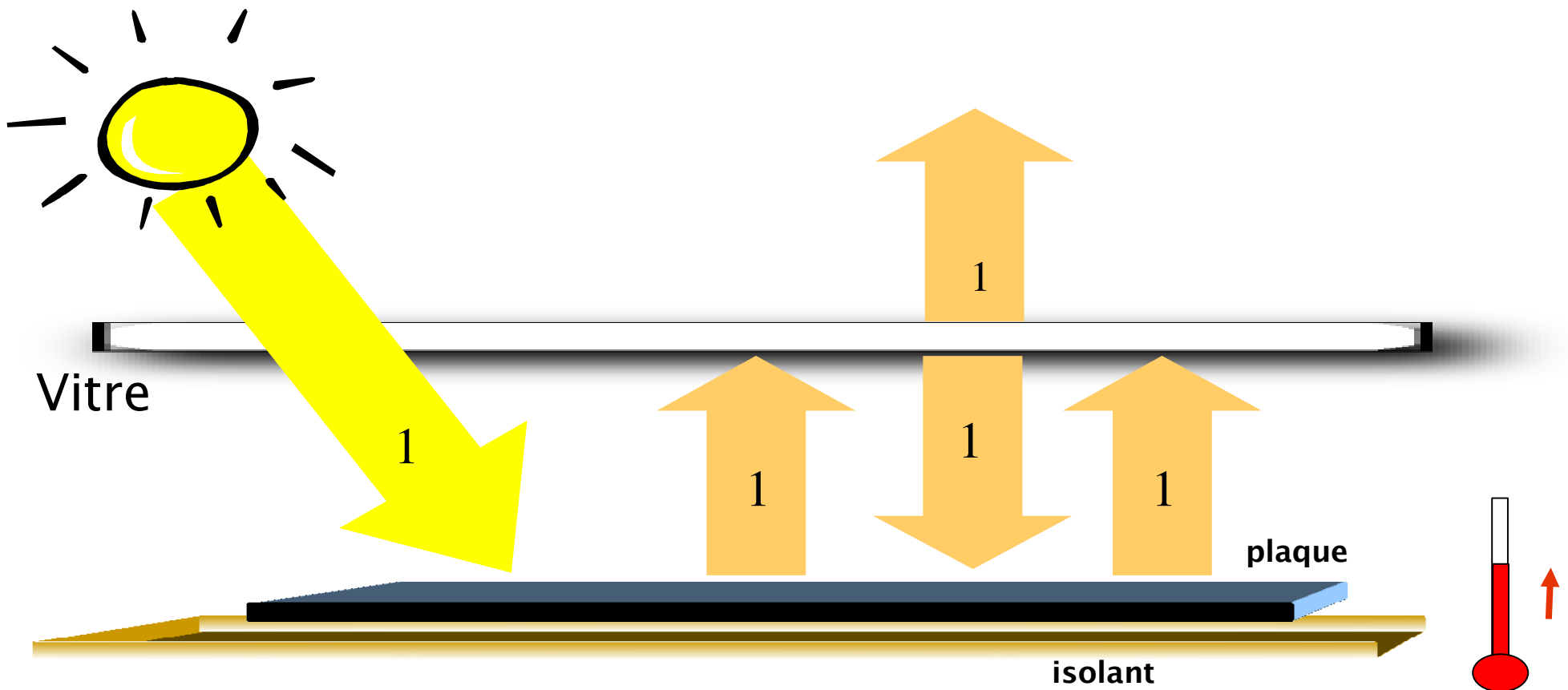
## 5) L'effet de serre



Si on résume le déroulement précédent, ...



## 5) L'effet de serre



on retient que placer une vitre au dessus d'une plaque au soleil a pour effet de «piéger» le rayonnement infrarouge émis par la plaque, et donc d'augmenter sa température.

## L'analogie de l'effet de serre

Dans notre exemple, nous avons supposé qu'il n'y avait pas d'autre transfert d'énergie que ceux par rayonnement, ce qui est faux. Les échanges avec l'air en mouvement au-dessus de la plaque (phénomène de convection) sont très importants, et la présence de la vitre les modifie également. Néanmoins notre exemple reste tout à fait valable pour comprendre les mécanismes de l'effet de serre.

## 6) Un peu d'histoire

A la fin du 18ème siècle H.B. Saussure a réalisé un dispositif expérimental composé de caisses de verre emboîtées les unes dans les autres. Le dispositif est très proche de l'exemple traité ici. Cette expérience de H.B. de Saussure est également reprise par Joseph Fourier en 1827 dans son «Mémoire sur les températures du globe Terrestre et des Espaces planétaires ». Ce mémoire est le premier à présenter le rôle du rayonnement infrarouge dans l'équilibre thermique de la Terre et de son atmosphère.

Ce n'est que plus tard que ce phénomène sera appelé «Effet de serre»