

Etude d'une centrale solaire thermique à concentration

Raux Alexis

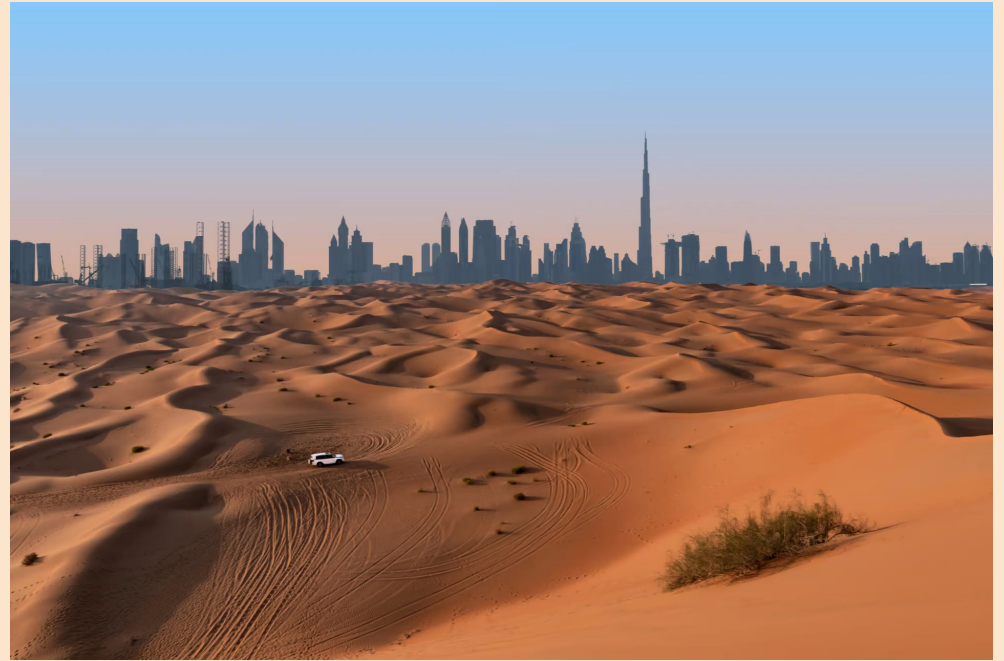
N°2469

Sommaire :

- ***Introduction***
- *Théorie*
- *Expérience 1*
- *Expérience 2*
- *Conclusion*

Introduction :

- Eolien / nucléaire complexe
- Hydraulique peu de points d'eau

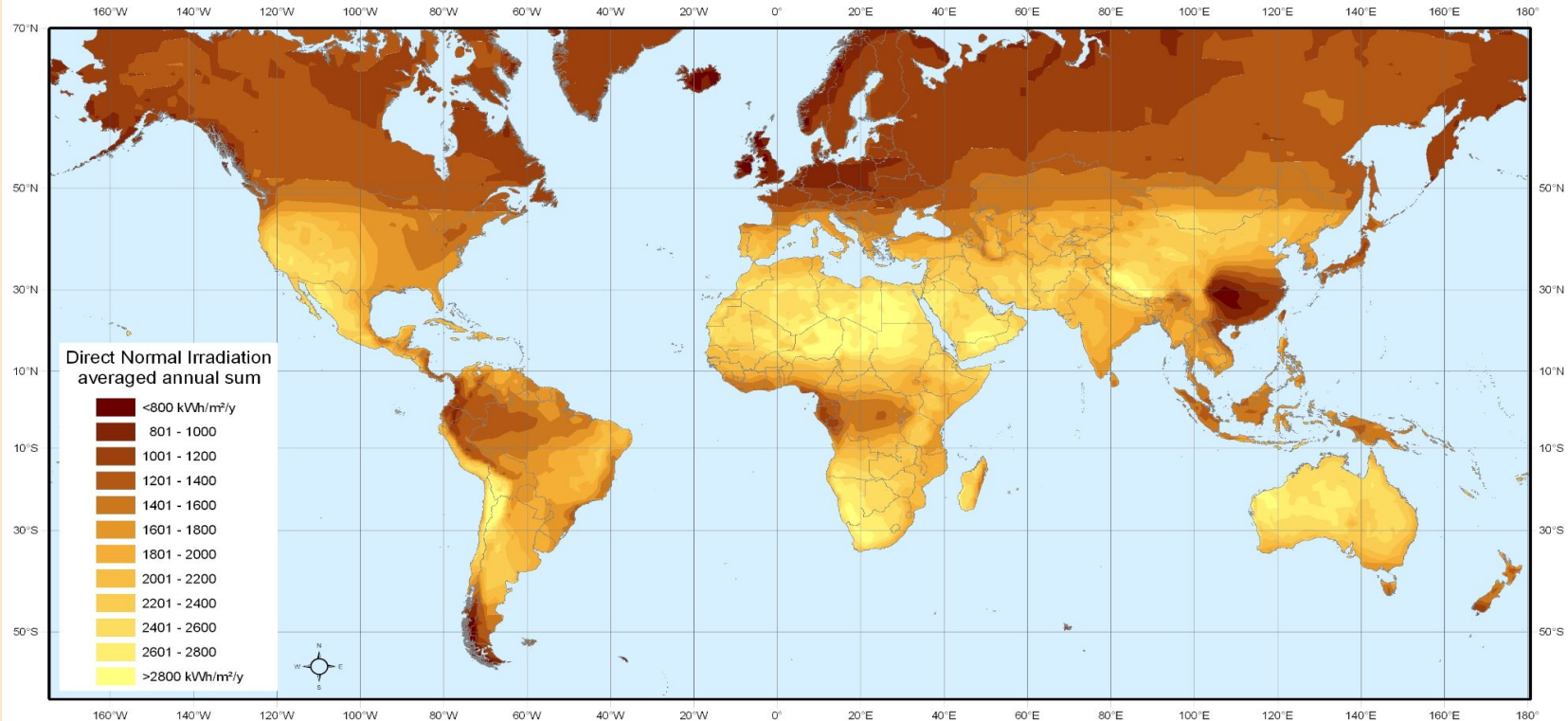


<https://www.voyageavecnous.fr/desert-dubai/>

Problématique : Comment alimenter les villes à fort ensoleillement de jour comme de nuit ?

Carte mondiale de l'irradiation solaire

Direct Normal Irradiation (DNI)



Data based on NASA SSE 6.0 dataset for a 22-year period (July 1983 - June 2005)
(<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>)

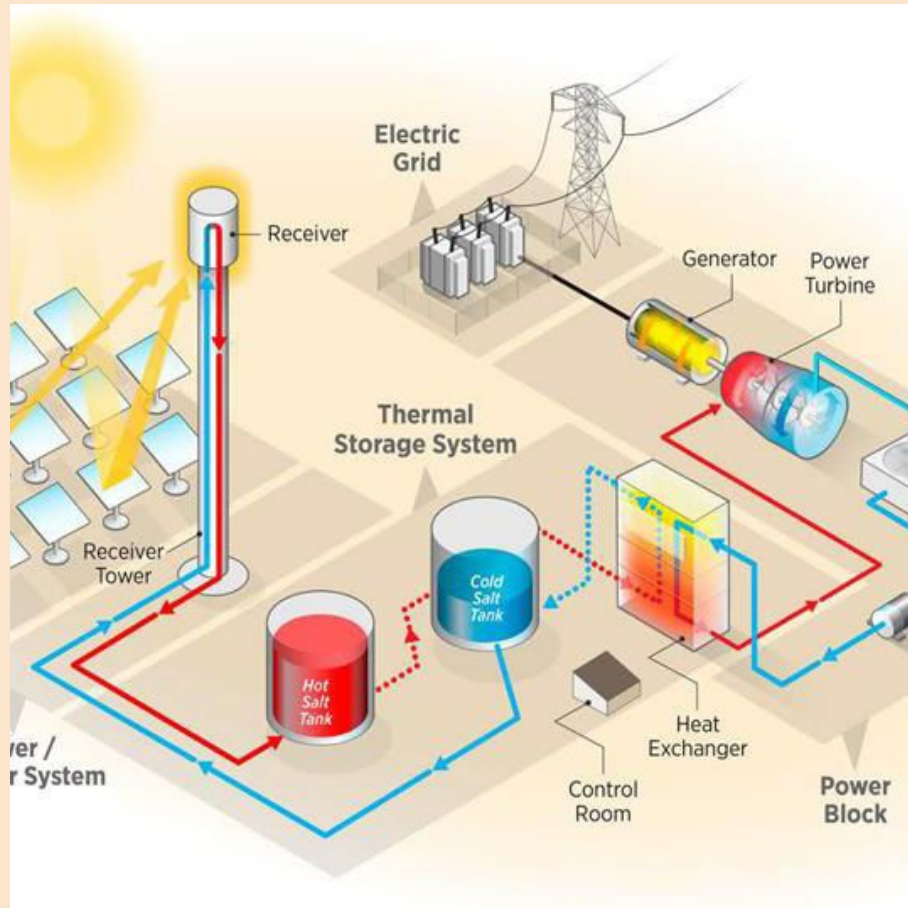
Objectif du TIPE :

- Montrer comment optimiser une centrale solaire à concentration
- Montrer la configuration optimale pour une cuve de stockage thermique

Sommaire :

- *Introduction*
- ***Théorie***
- *Expérience 1*
- *Expérience 2*
- *Conclusion*

Théorie :



- Second circuit classique
- Cuves de stockage thermocline

Regard sur les fluides caloporteurs :

Solar salt

- 850 Kelvins
- Mélange de NaNO_3 (60%) et de KNO_3 (40%),
- Engrais agricole.



Sommaire :

- *Introduction*
- *Théorie*
- ***Expérience 1***
- *Expérience 2*
- *Conclusion*

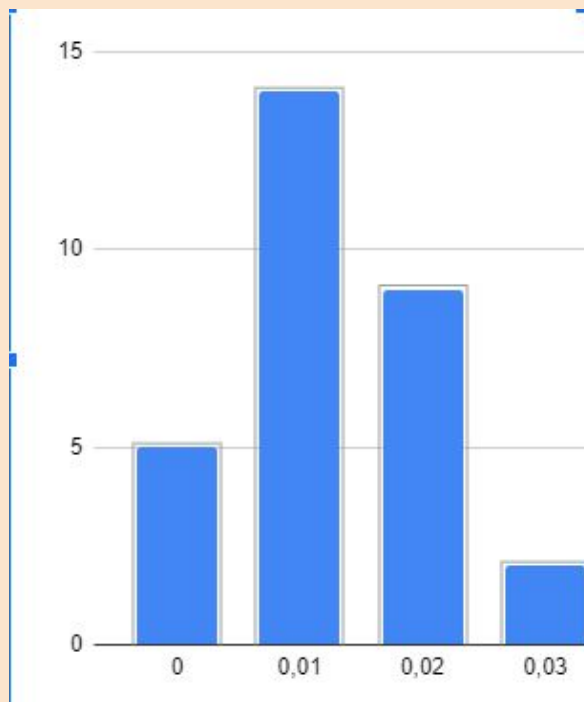
Expérience 1 :

- Sur le modèle de la centrale Themis



https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9mis_%28centrale_solaire%29

Etalonnage de la sonde



écart
de justesse: 0,01°C

Luxmètre :

Luxmètre emprunté au lycée



anémomètre



Protocole :

- Une tour de 1m de hauteur
- 30 miroirs de 15*15cm
- $S=0.675\text{m}$
- Aluminium 8.5X10
- Epaisseur 0.15cm
- Inclinaison soleil 41°ou 61°



Premier essai, angles non fixés :

- Échec dû à l'angle du soleil



Second essai :



- Échec dû à l'ombre

Troisième essai :



Coefficient convectif de l'air et météo :

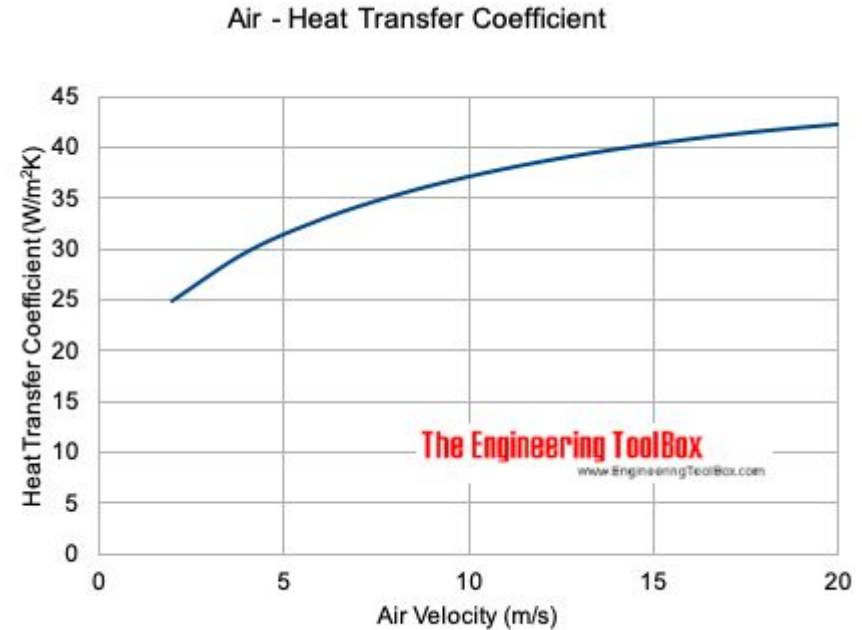
utilisation du anémomètre

Essai 3

1.2m/s
H=15

Essai 4

5.2m/s
H=32.5



Résultats :

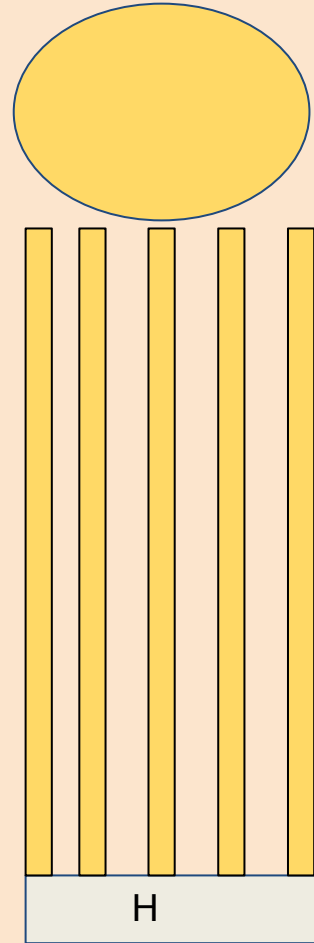
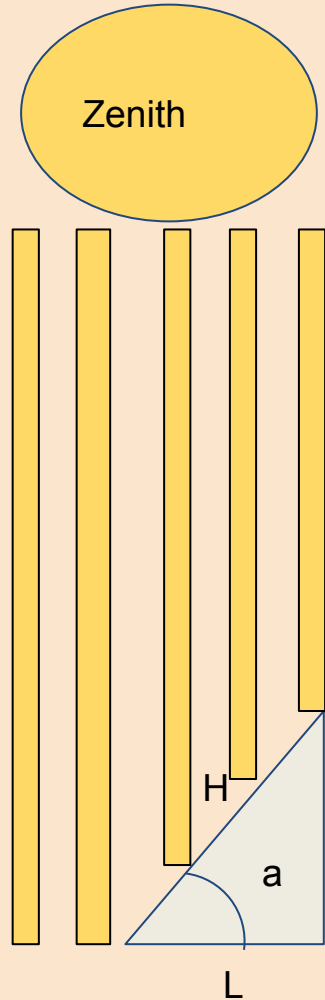
Situation d'équilibre à 35°C

Matériaux isotropes et on néglige les effets de bords

$$\Phi = \frac{T(eau) - T(ext)}{R_{theq}}$$

$$R_{theq} = \frac{1}{S \times h}$$

Pertes liées à l'inclinaison des miroirs :



$$\cos(a) = \frac{L}{Hyp}$$

angle a par rapport :

sol	tangente au Soleil(-61°)
3=>57°	4°
8=> 55°	6°
8=>45°	16°
6=>35°	26°
5=>25°	36°
1=>0°	61°

pertes:10%

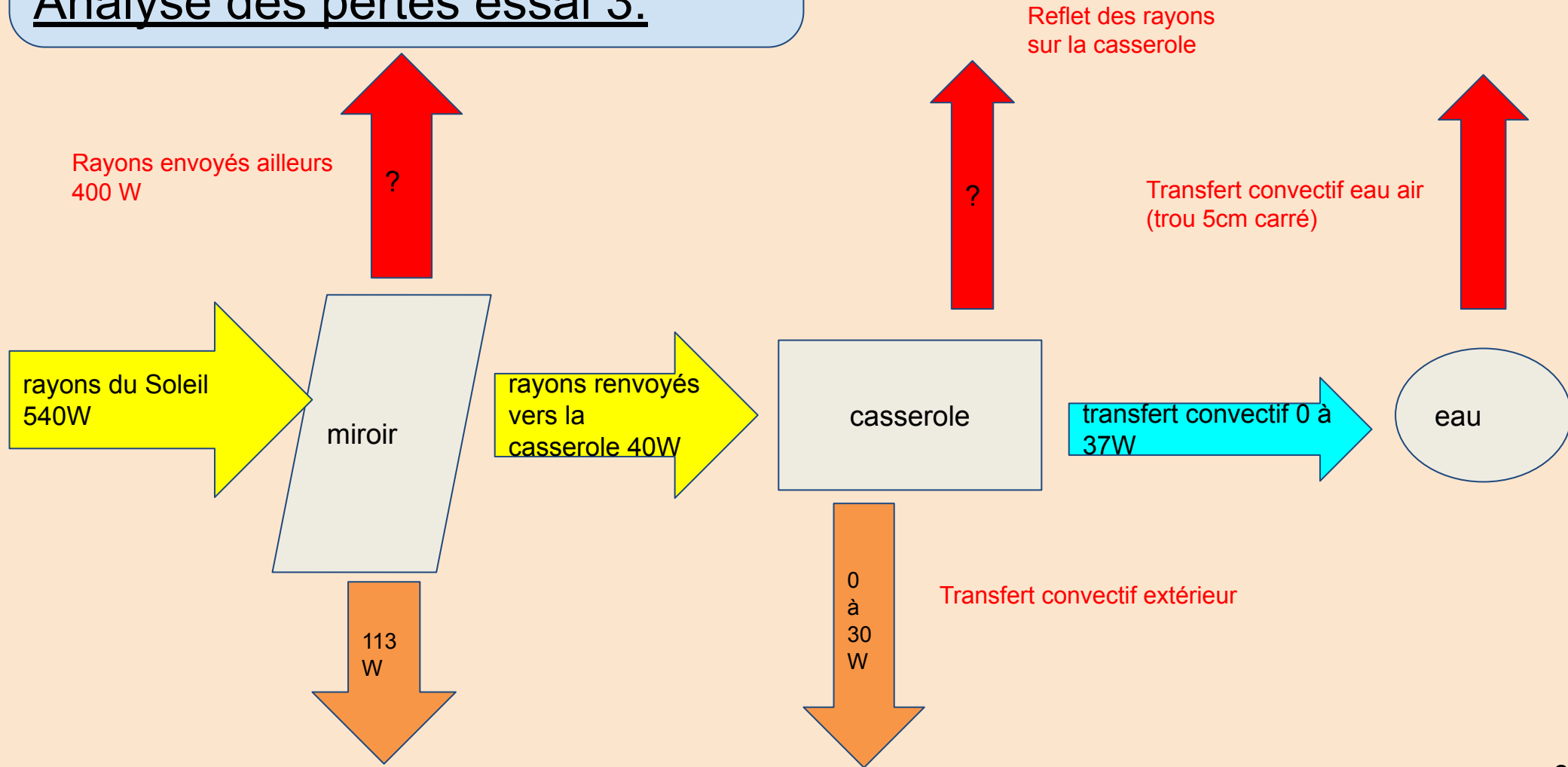
Efficacité:

Flux reçu= flux renvoyé = 29.6W

Reçu sur les miroirs = 540W

=> 5.5% d'efficacité

Analyse des pertes essai 3:



Perte efficacité des miroirs 10% et d'inclinaison 10%

Essai 4:

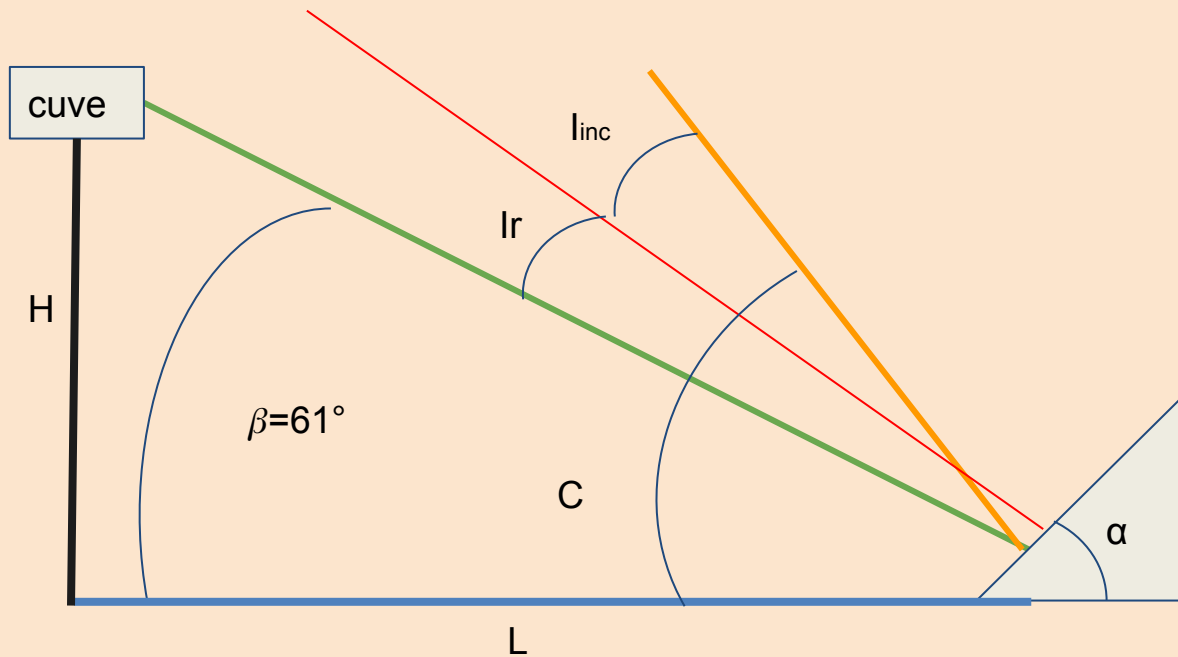


Température extérieure
19.4°C
Vent : 5.2 m/s

Convection interne:



Calcul sur les angles:



$$C = \pi - 2\alpha - \beta$$

$$L = \tan(C) \times H$$

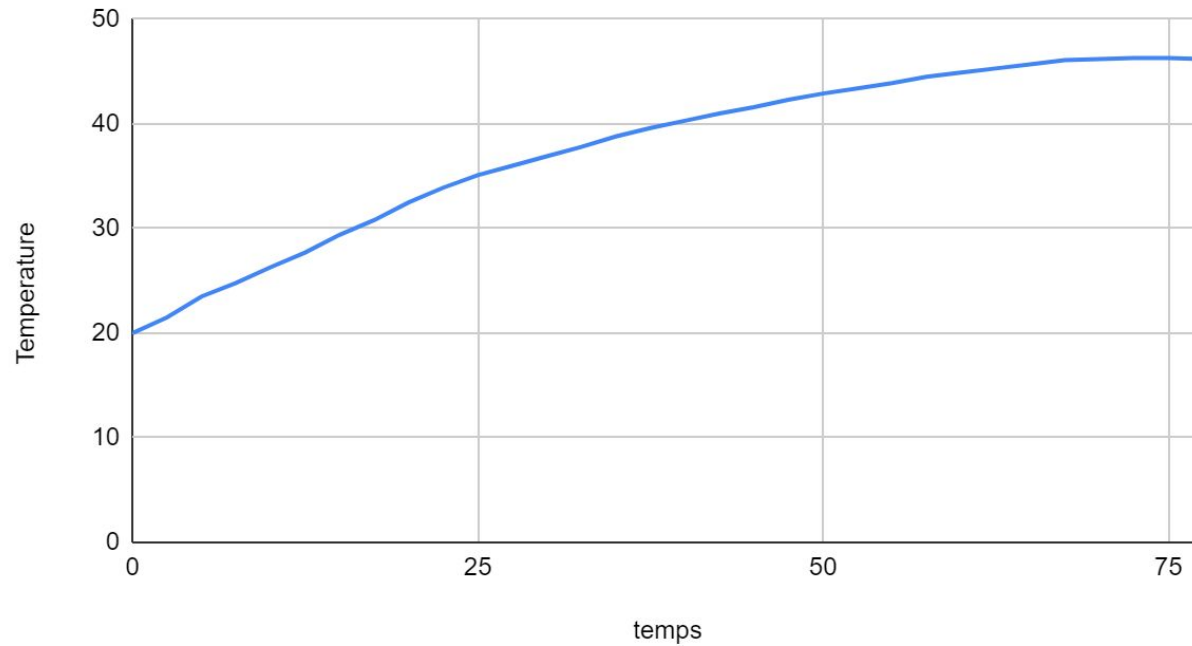
Sun earth tools:

<https://www.sunearthtools.com/>



Relevé essai 4:

Temperature par rapport à temps



46.3°C à l'équilibre

Même procédé que transparent 18

$P=79W$

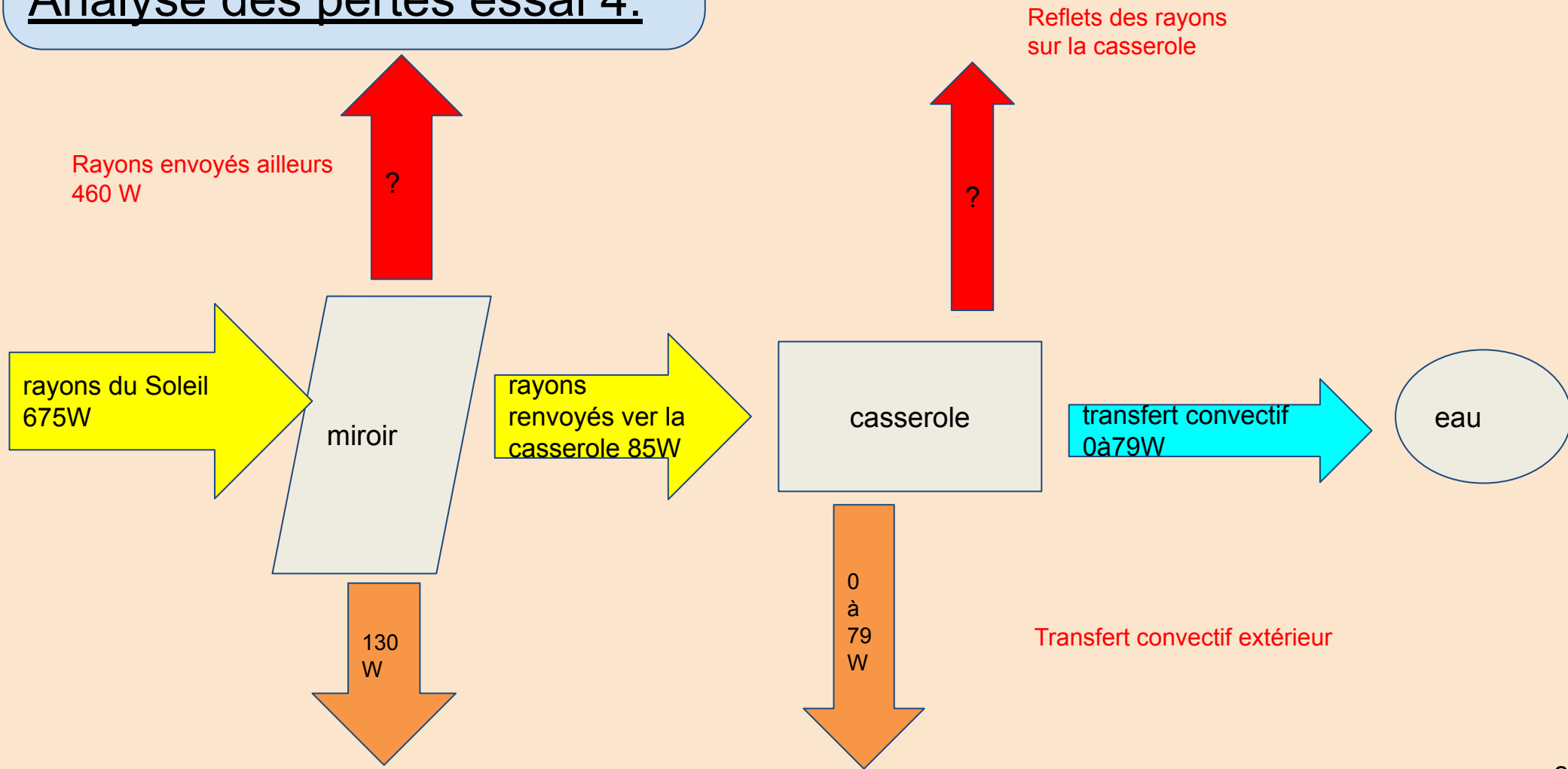


$P_{eq}=79W$

$P_{soleil}=675W$

$\text{Efficacit =11.6\%}$

Analyse des pertes essai 4:



Perte efficacité des miroirs 10% et d'inclinaison 10%

Comment augmenter la température maximale ?

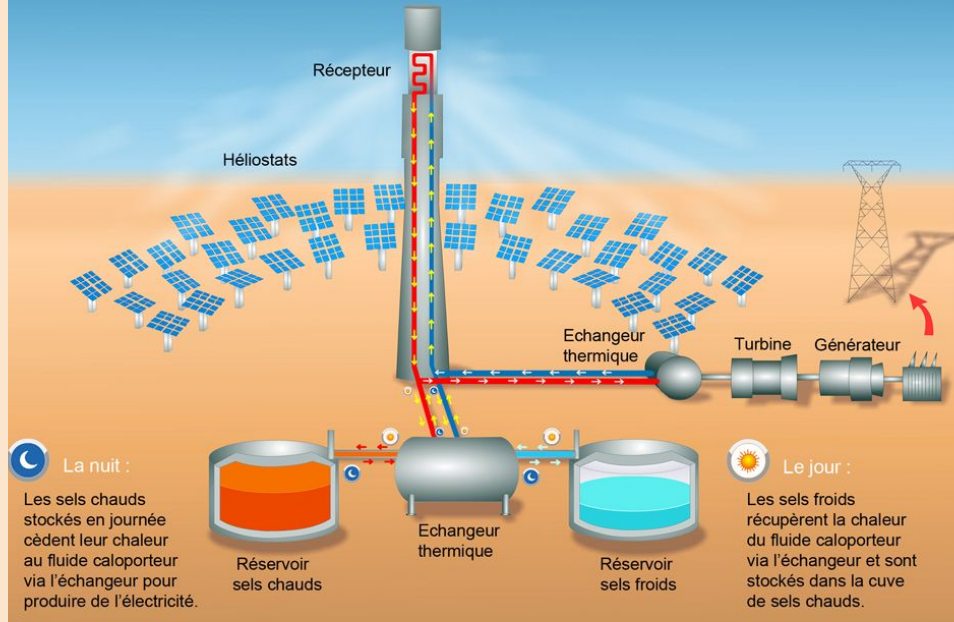
- Remplir totalement la casserole d'eau ;
- Améliorer le couvercle ;
- Plus de miroirs ;
- Une plus grande casserole ;
- Changer les miroirs plus souvent ;
- Diviser les miroirs par 2 pour diminuer les pertes ;
- Plus de soleil.

Sommaire :

- *Introduction*
- *Théorie*
- *Expérience 1*
- ***Expérience 2***
- *Conclusion*

Seconde expérience : Détails cuve et fluide caloporteur :

Stockage par chaleur sensible



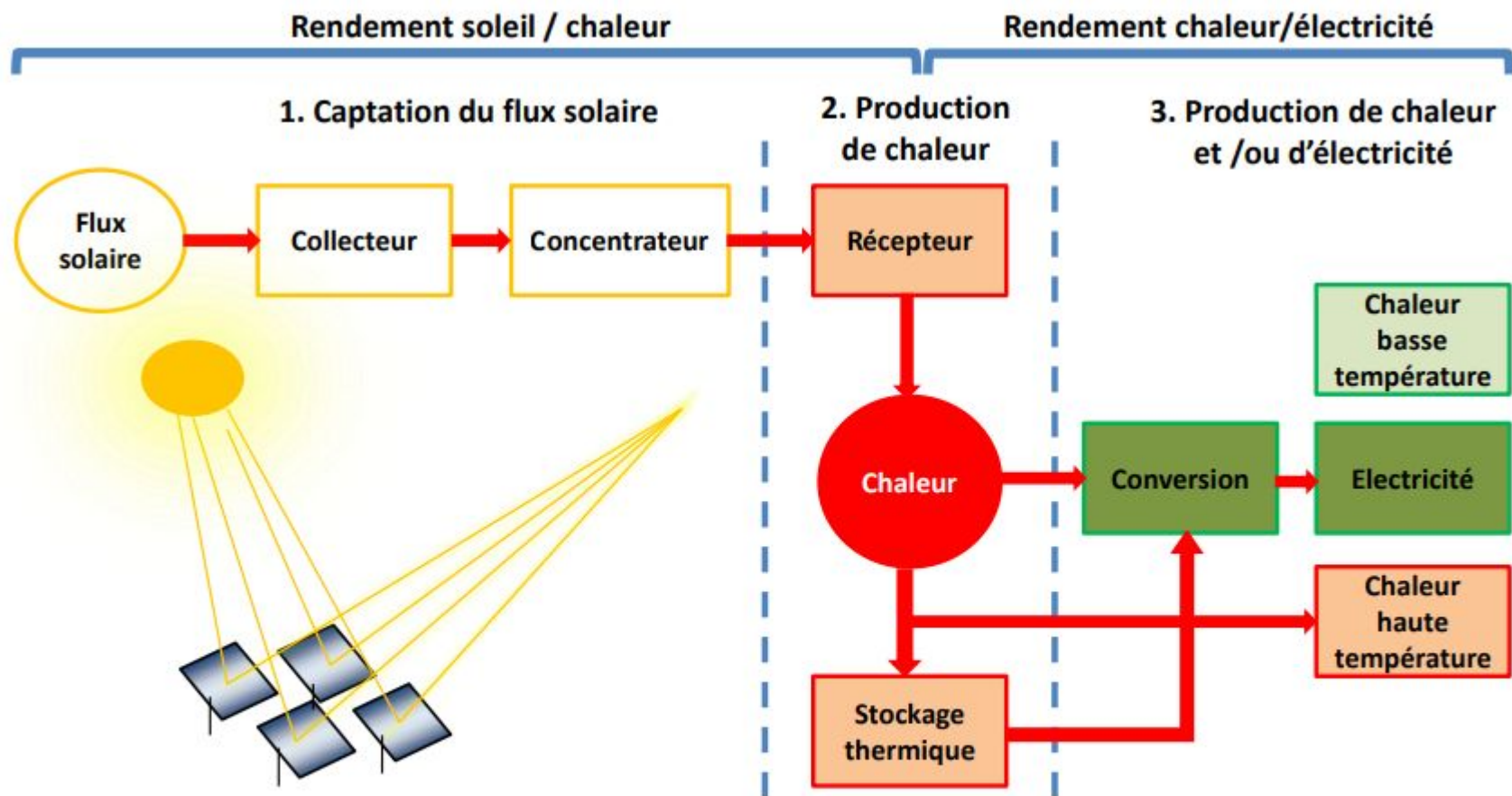


Figure I-1 : Processus de transformation de la chaleur du soleil en électricité par voie thermodynamique, adapté de (ADEME, 2012)

Description de l'expérience :

Cuve 1 : une casserole en aluminium d'épaisseur 2 mm $\lambda=226\text{W/mK}$

Cuve 2 : un bol en céramique d'épaisseur 1 cm $\lambda=5\text{W/mK}$

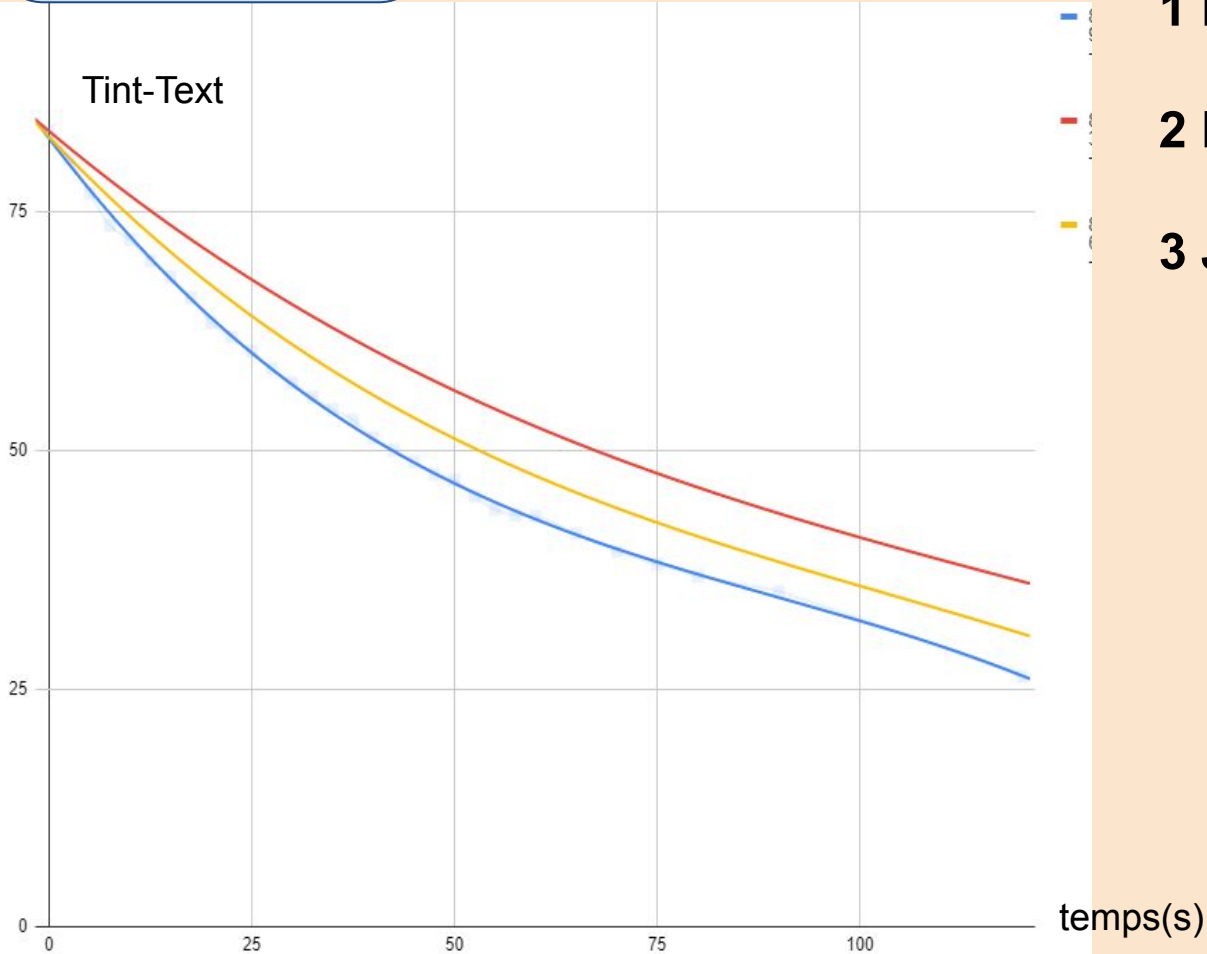
Cuve 3 : système double paroi casserole 2mm/air 1 cm 0,024 W/Km/acier inox ,2 mm $\lambda=20\text{W/mK}$

Je réalise un relevé toutes les 150 sec puis toutes les 10 min à partir d'une heure.

Cuves:



Résultats :



1 Bleu : cuve aluminium

2 Rouge : cuve double paroi

3 Jaune : cuve céramique

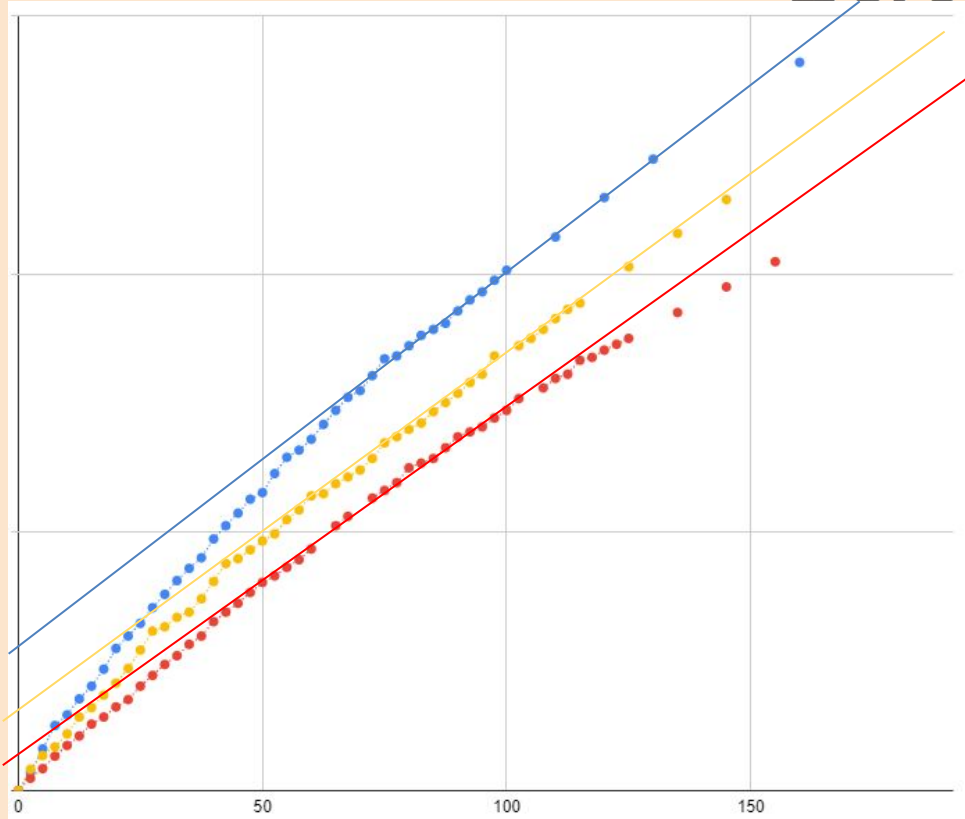
Calcul température T en fonction du temps:

$$CdT/dt = \Phi = R_{\text{th eq}} \times (T_i - T_f)$$

$$T(t) = (T_i - T_f) \times e^{\frac{-t}{\tau}} + T_f$$

$$\tau = \frac{C}{S} \times \left(\frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h} \right)$$

$$F(t) = -\ln\left(\frac{T - T_{final}}{T_{initial} - T_{final}}\right) \times \tau$$



courbe logarithmique au
début puis linéaire

Phénomène de
rayonnement

Sommaire :

- *Introduction*
- *Théorie*
- *Expérience 1*
- *Expérience 2*
- ***Conclusion***

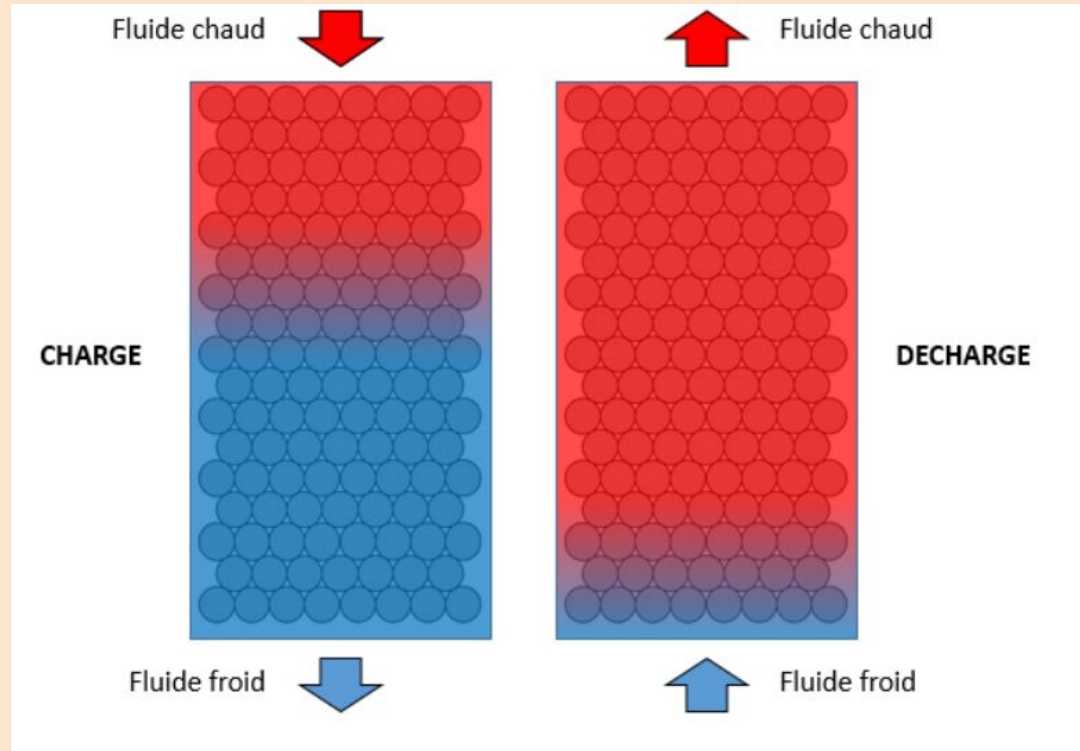
Amélioration :

Système à 1 unique cuve dit thermocline

- Efficace
- Réduit le prix de 30%

Mais

- Chargement long



Pour aller plus loin :

- Baisser les prix et être utilisé en tant que source pour les secteurs énergivores.
- Augmenter les températures afin de réaliser du stockage d'énergie sous forme chimique réaction exo/endothermique ou bien réaction de changement d'état