

Production d'eau liquide par condensation passive de l'humidité de l'air sur un condenseur plan incliné



BENJAMIN DANG - CPGE PC MONTPELLIER - 2020/2021 - N°4308

Comment produire et récolter de la rosée à partir de la condensation passive de l'air atmosphérique ?

Quels matériaux sont les plus efficaces ?

I. ETAT DE L'ART



II. CONDENSEUR DE TYPE PLAN INCLINÉ



III. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX



IV. CONCLUSION



Rosée et ses débuts



Les étangs de rosée d'Angleterre



Le condenseur de Chaptal

Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

Conclusion

OPUR



Le toit et les sondes de condensation sur
l'île de Biševo, Croatie



Condenseur de rosée à Vignola, Corse

Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

Conclusion

Condenseurs d'1m²



Dispositif expérimental

Plaque de
matériau

Gouttière

Seau

Sol en
pierres



Description détaillée

Etude des différents matériaux

- Expérience



Photographie des 5 condenseurs

Plexiglas

Aluminium

Bois bakélinisé noir

Verre

Acier inoxydable



Présence de rosée sur la plaque de bois bakélinisé

Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

Conclusion

Etude des différents matériaux

- Caractéristiques des différents matériaux

Caractéristiques	Conductivité thermique à 20°C (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	Coefficient d'émissivité
Bois	0,20	0,93
Fer forgé lisse	80	0,30
Acier inoxydable poli	26	0,075
Verre	1,2	0,92
Aluminium poli	237	0,057
PMMA	0,19	0,94

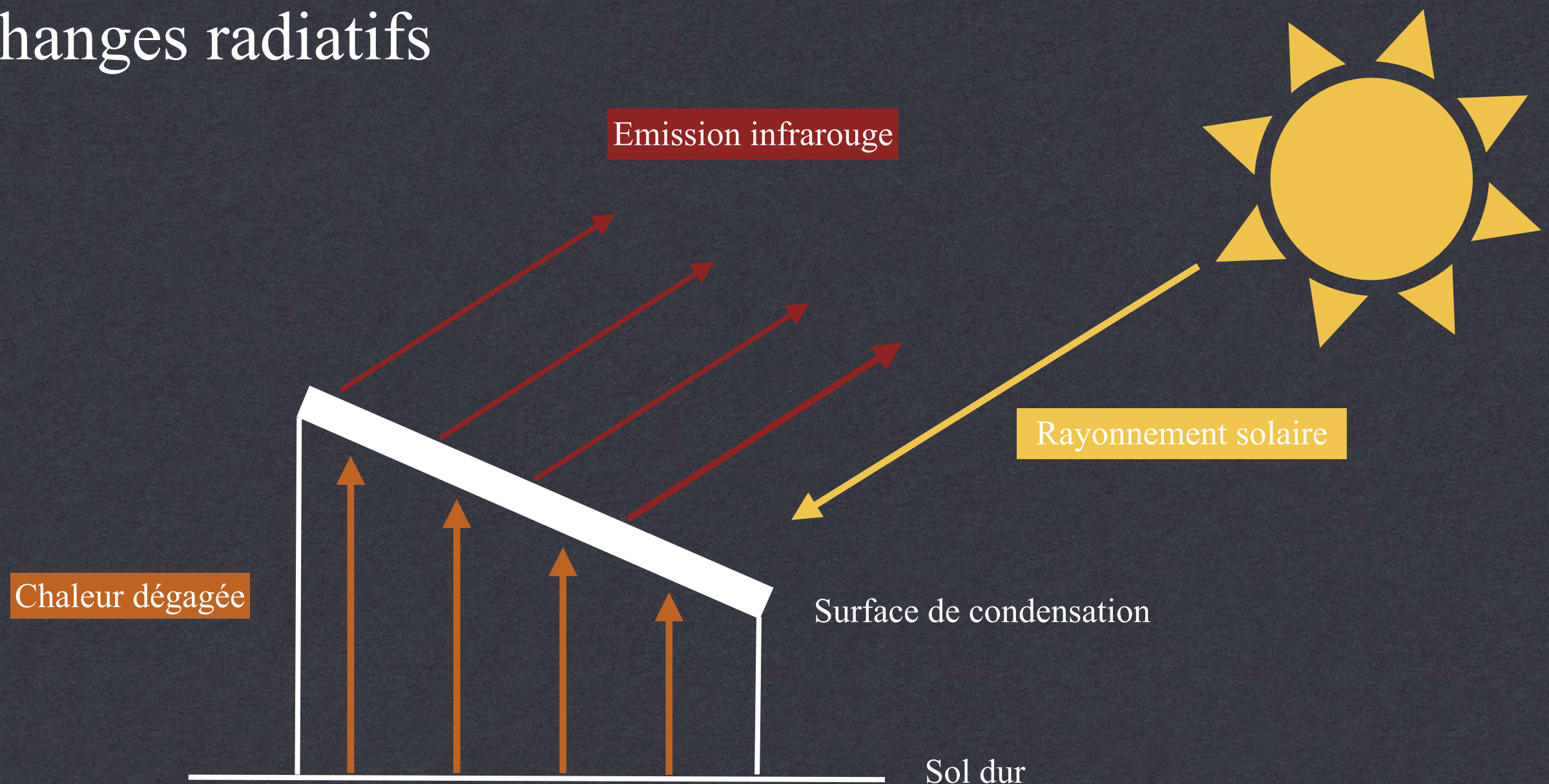
Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

Conclusion

Echanges radiatifs



Influence du vent

- Expérience

PMMA
Opaline
Bois
Acier
inoxydable



Dispositif expérimental



Installation du thermocouple
sur la plaque de PMMA



Installation de l'hygromètre

Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

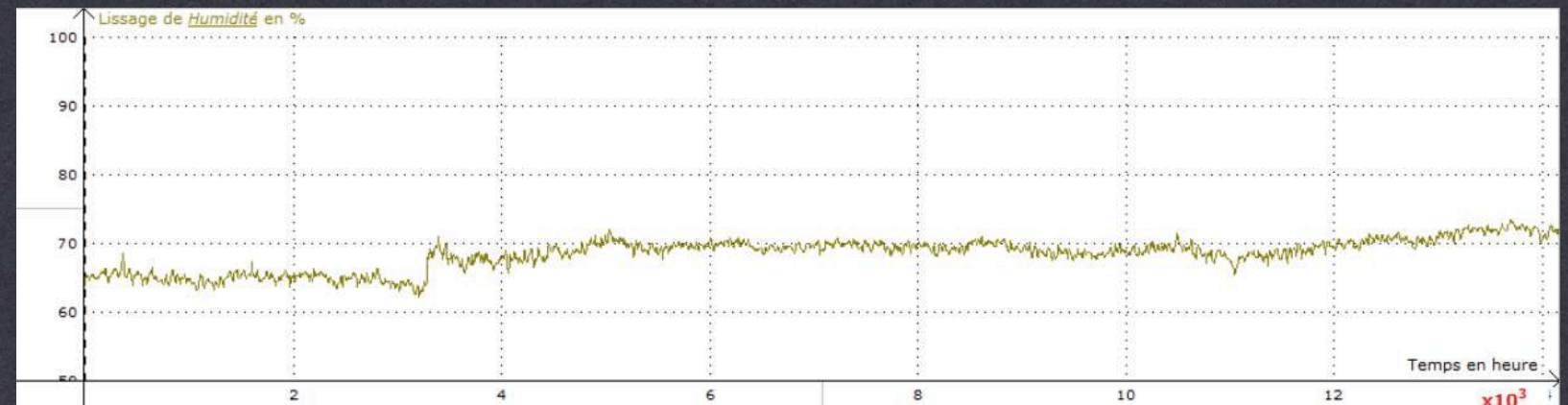
Résultats expérimentaux

Conclusion

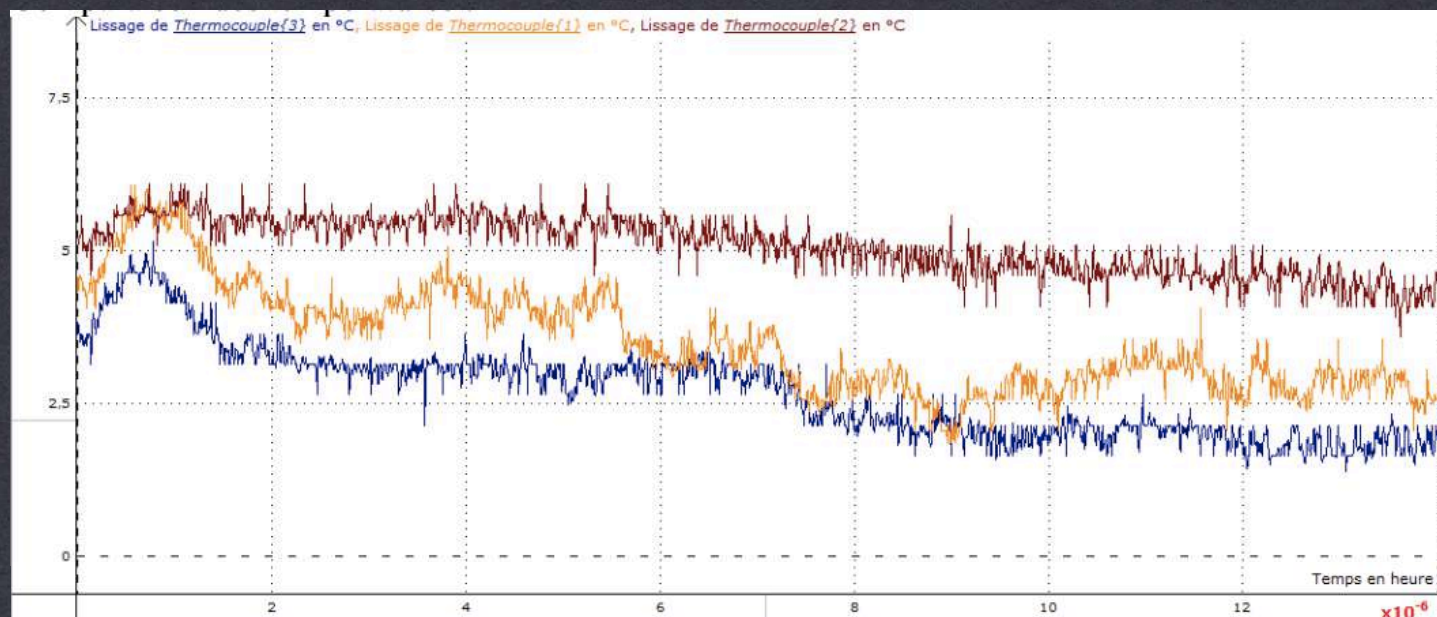
Influence du vent

- Résultats

Humidité relative en fonction du temps



Températures en fonction du temps



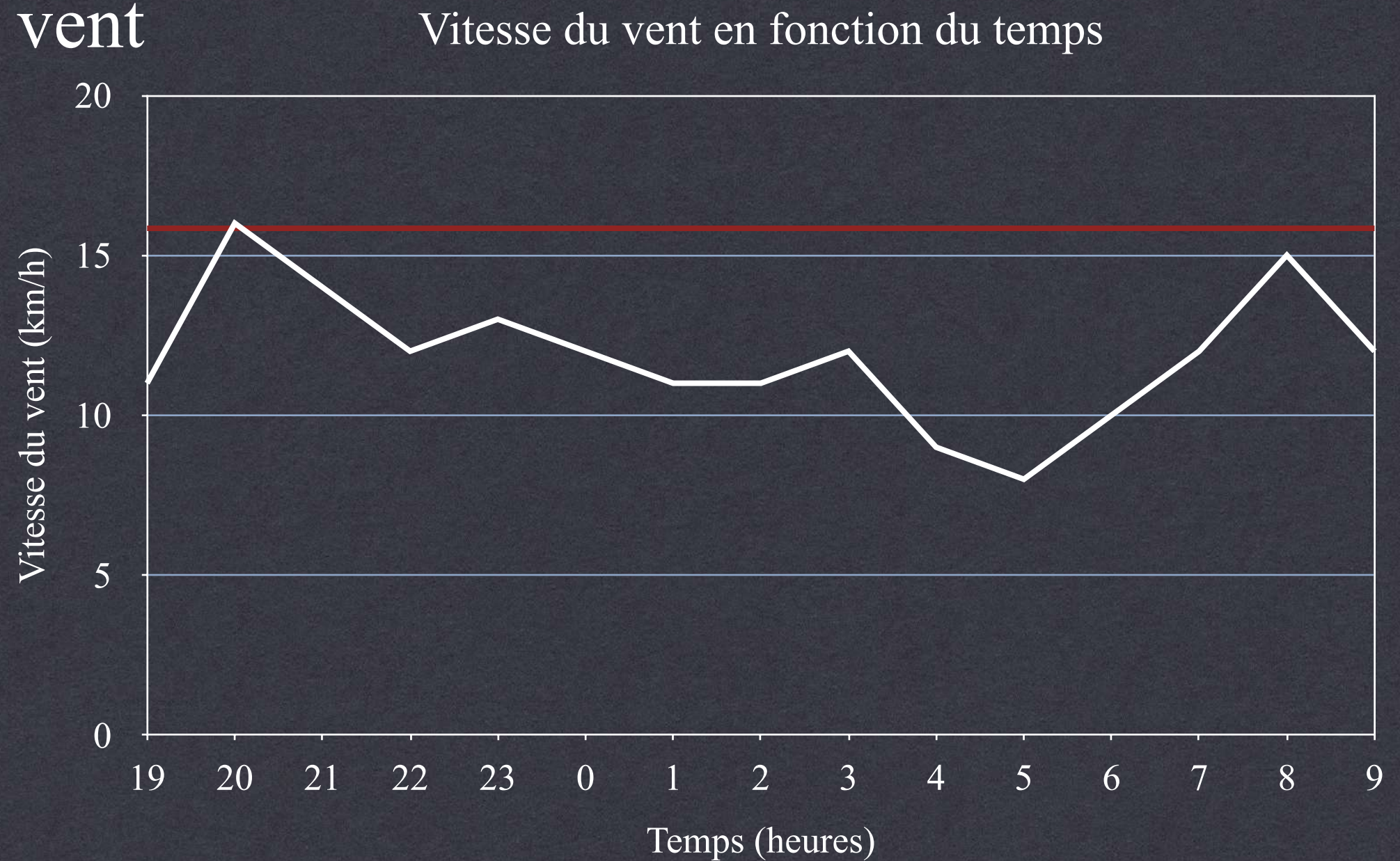
— Température du PMMA

— Température ambiante

— Température du verre

Influence du vent

- Interprétations



Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

Conclusion

Amélioration des condenseurs



Dispositif expérimental

Plaque de
matériau

Isolant

Gouttière

Sol en terre

Seau



Description détaillée

Etat de l'art

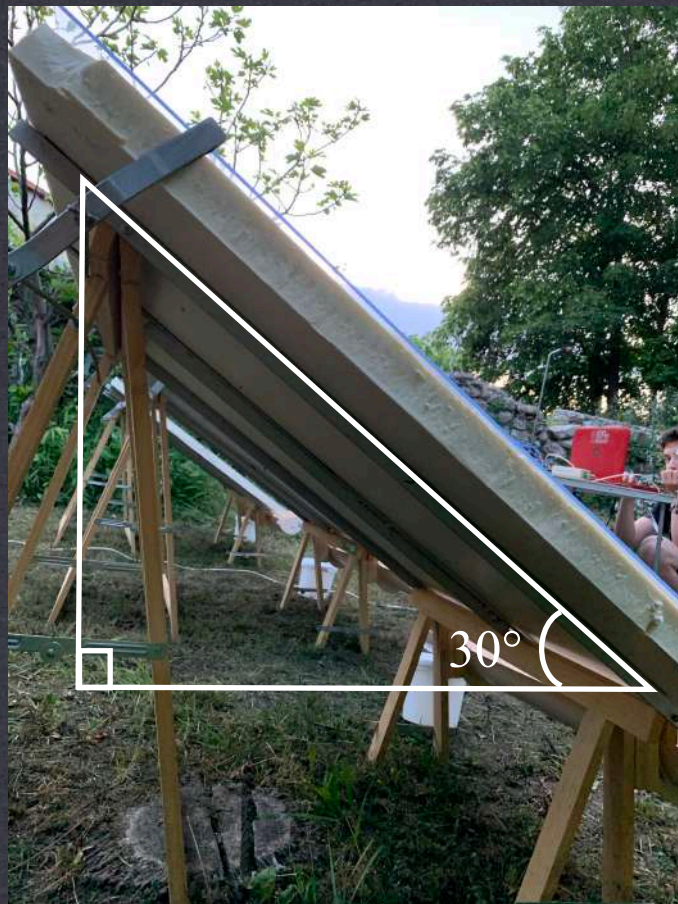
Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

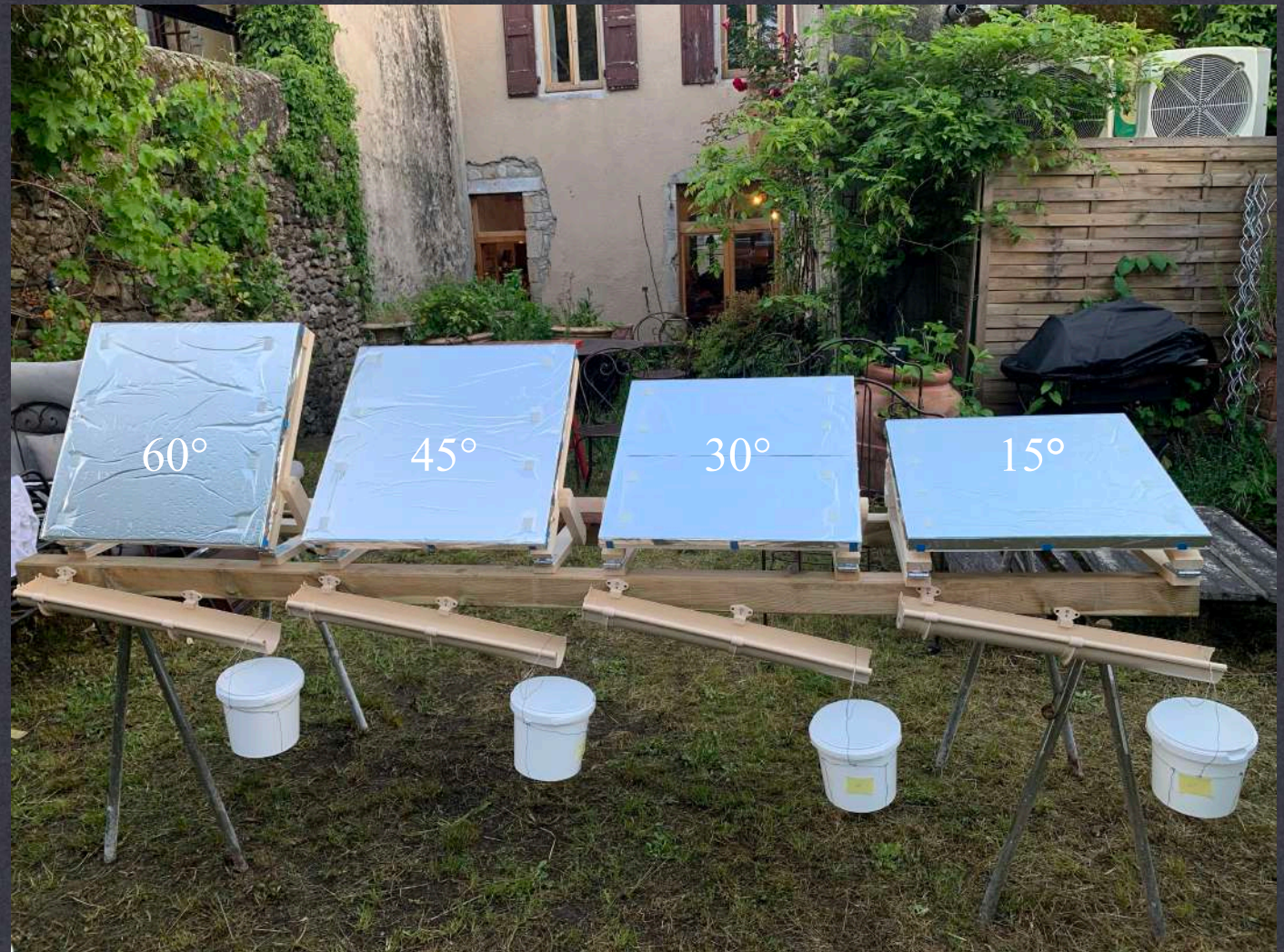
Conclusion

Degré d'inclinaison

- Condenseurs de 50cm²



Angle de 30°



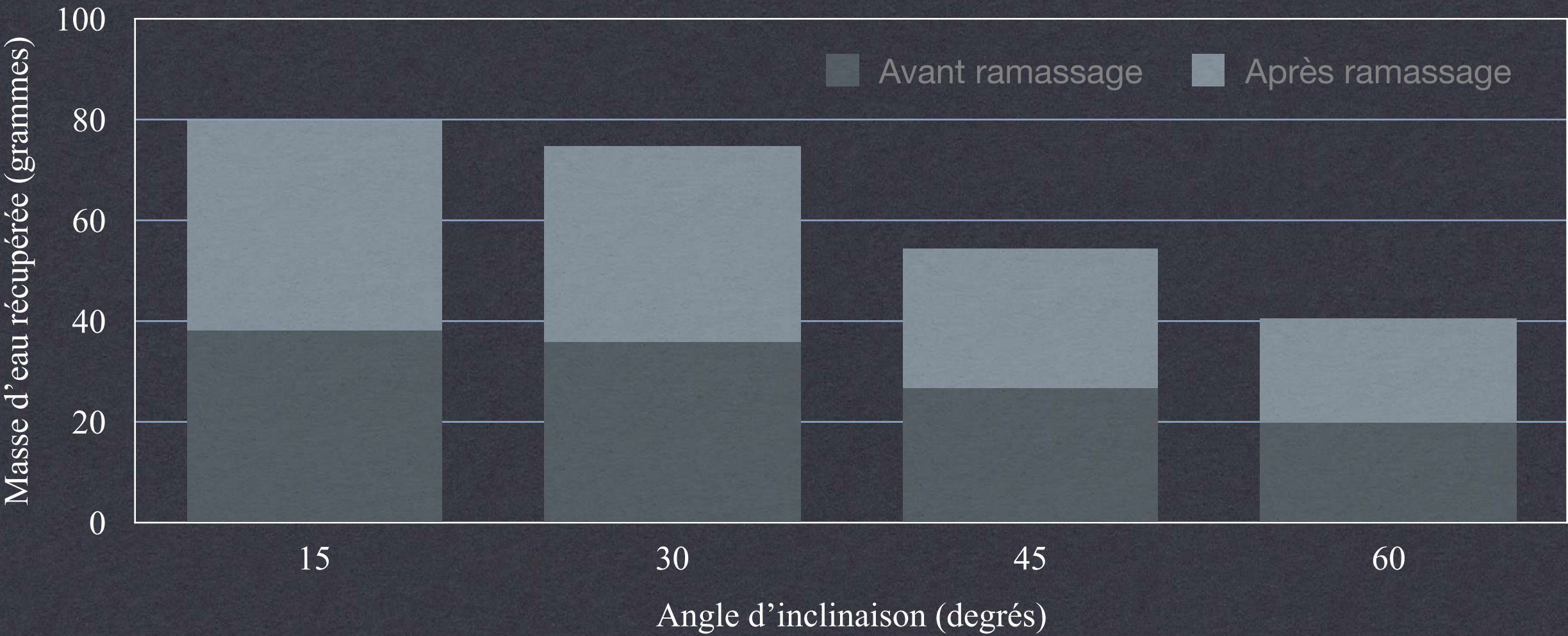
Etude des différents angles d'inclinaison

Etat de l'art	Conditions de formation de rosée	Résultats expérimentaux	Conclusion
---------------	----------------------------------	-------------------------	------------

Degré d'inclinaison

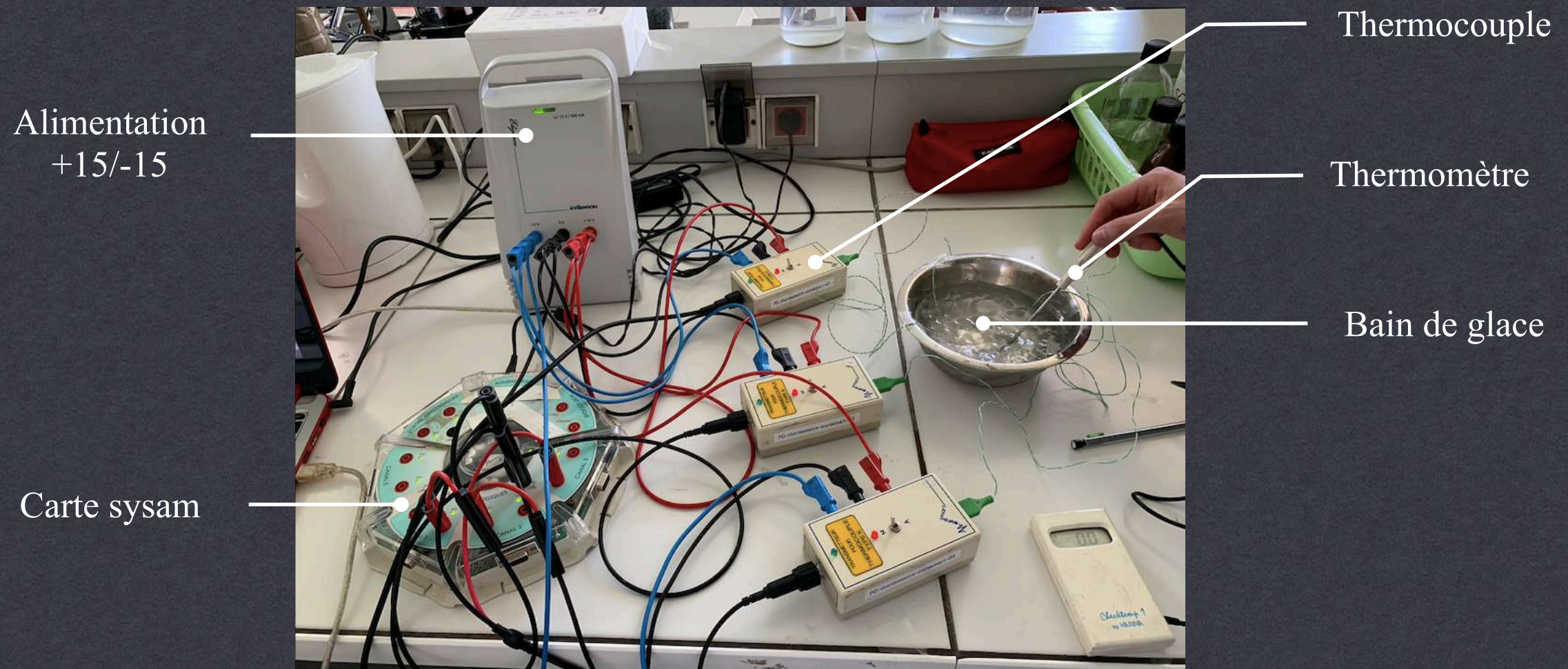
- Interprétations

Masse d'eau récupérée en fonction de l'angle d'inclinaison



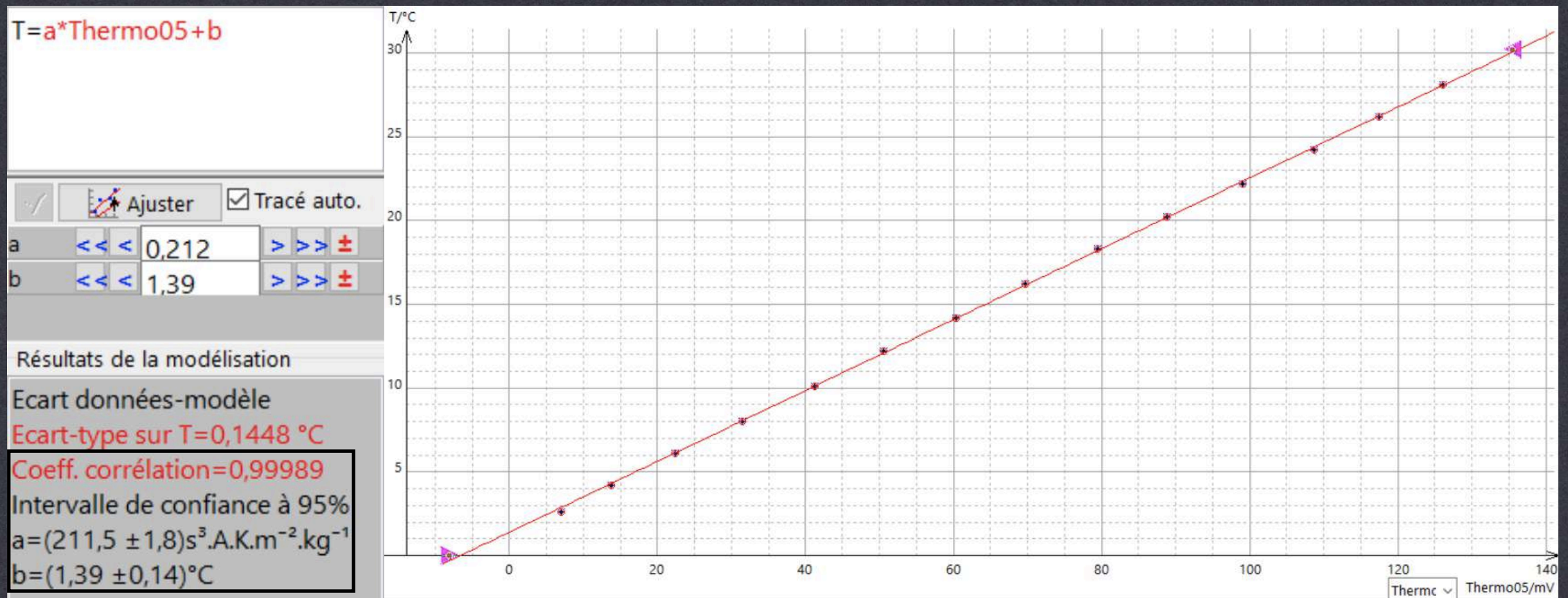
Calibrage des thermocouples

- Montage expérimental



Calibrage des thermocouples

- Conversion tension-température



$$T = f(U)$$

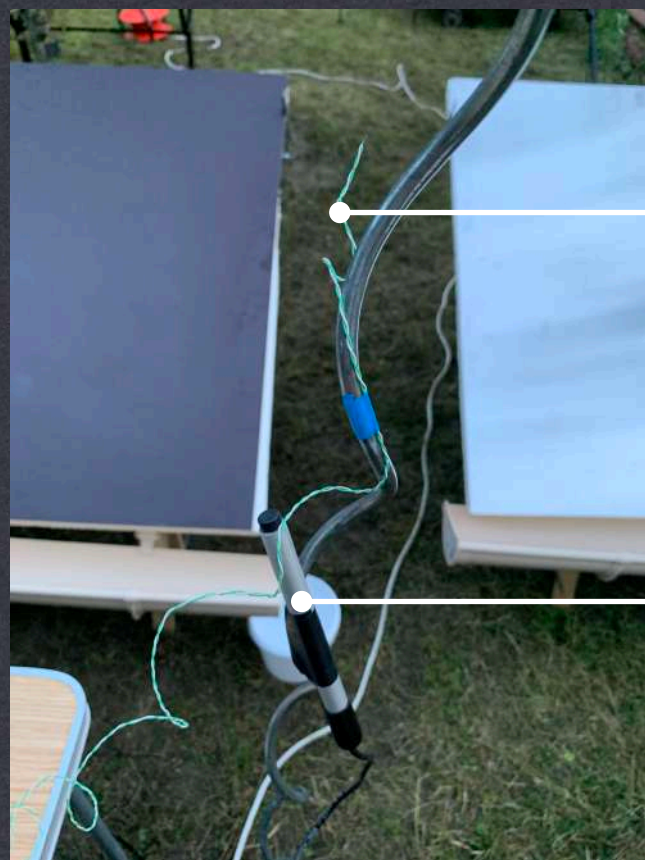
Etat de l'art

Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

Conclusion

Expérience



Thermocouple

Hygromètre

Disposition de l'hygromètre
et du thermocouple



Présence de rosée sur la plaque
de verre



Présence de rosée sur la
plaque de PMMA

Etat de l'art

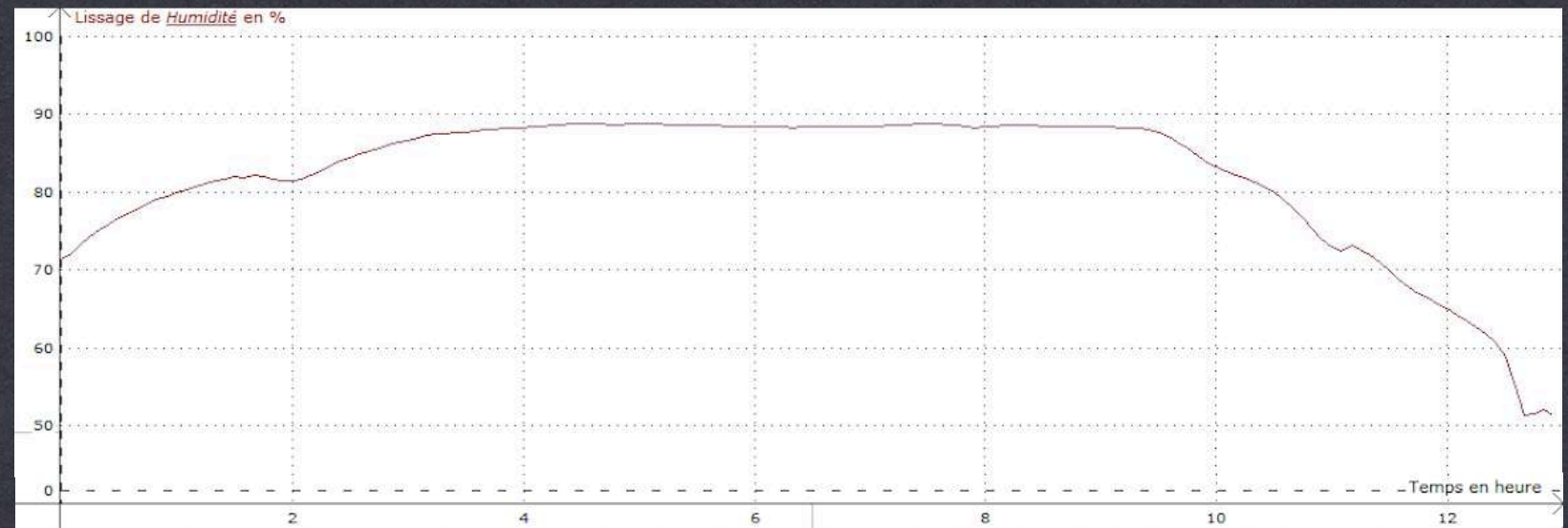
Conditions de formation de rosée

Résultats expérimentaux

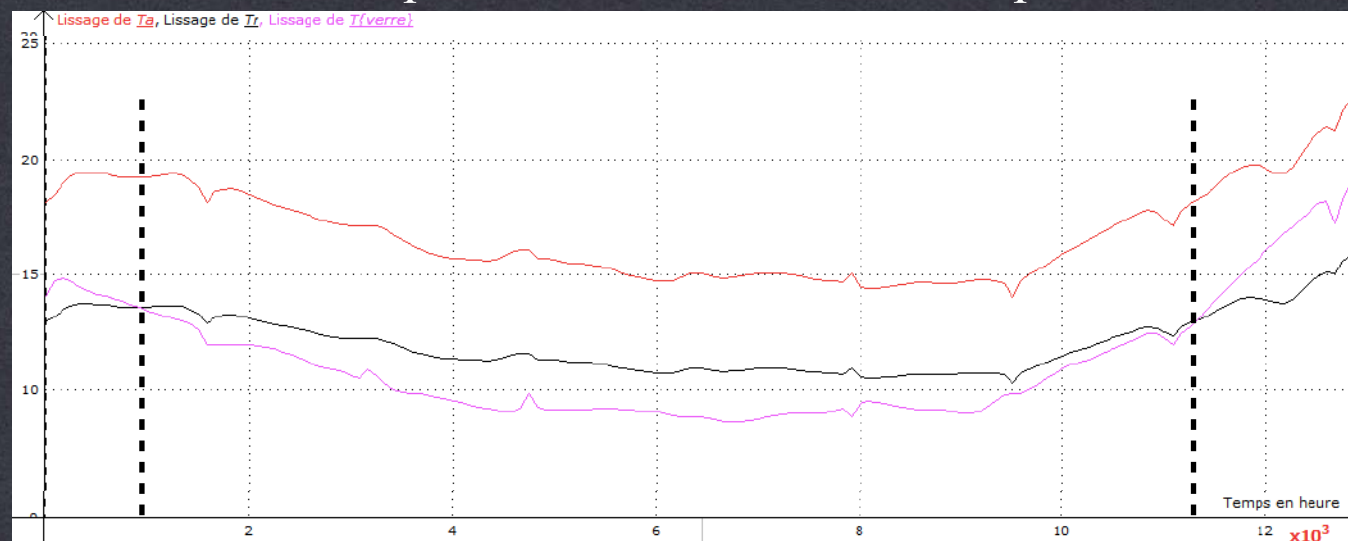
Conclusion

Résultats

Humidité relative en fonction du temps



Températures en fonction du temps



- Température ambiante
- Température de rosée
- Température du verre

Rendement

	A	B	C	D	E
1	Température de rosée (°C)	10,9	Err :502	Emissivité condenseur	0,92
2	Température de l'air (°C)	14,9			
3	Humidité (%)				
4	Nébulosité (oktas)	1			
5	Vitesse du vent (m/s)	1,9			
6	Altitude (km)	0,27			
7	Intervalle de temps (h)	1			
8	Surface condenseur (m^2)	1			
9					
10	Rendement (L)	0,00108	Err :502		
11					
12	Rendement (g)	1.08			
13					
14					

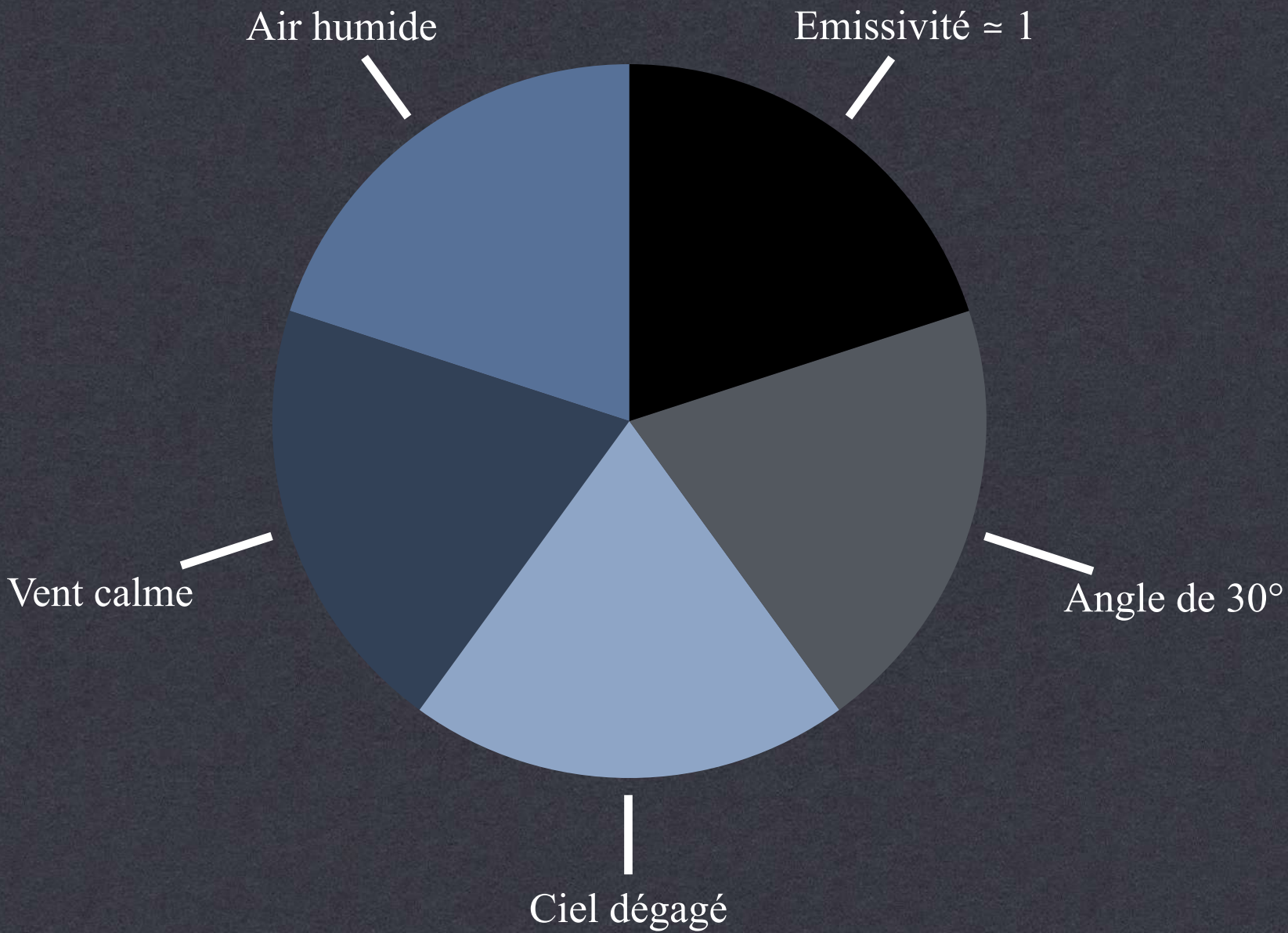
Equation de condensation

Feuille de calcul

	Verre	Plexiglas
Rendement théorique	79,45 g	68,52 g
Rendement expérimental	39,9 g	49,8 g
Efficacité	50,2 %	72,7 %

Etat de l'art	Conditions de formation de rosée	Résultats expérimentaux	Conclusion
---------------	----------------------------------	-------------------------	------------

Conclusion

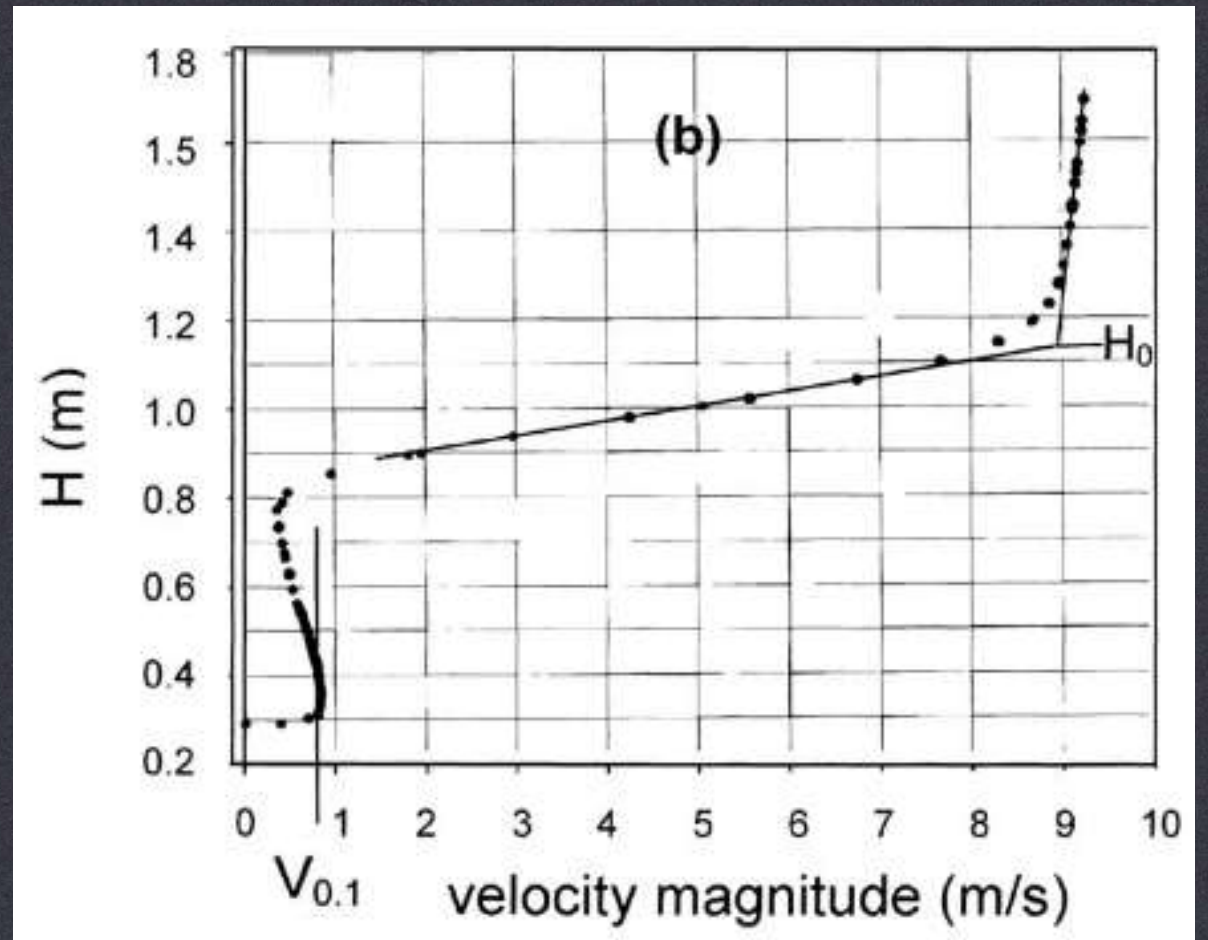
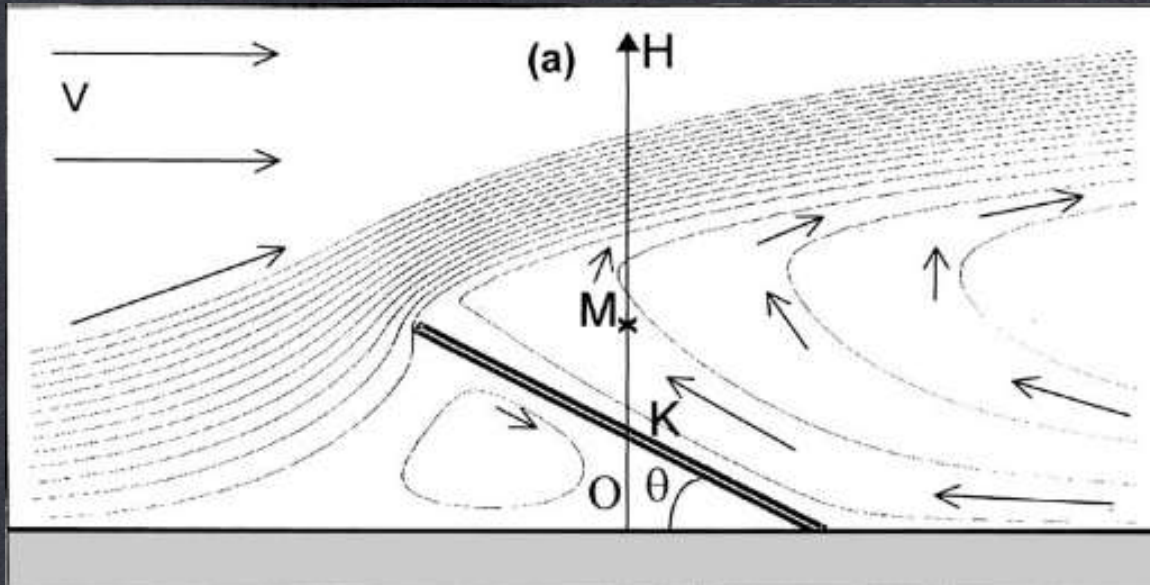




ANNEXES

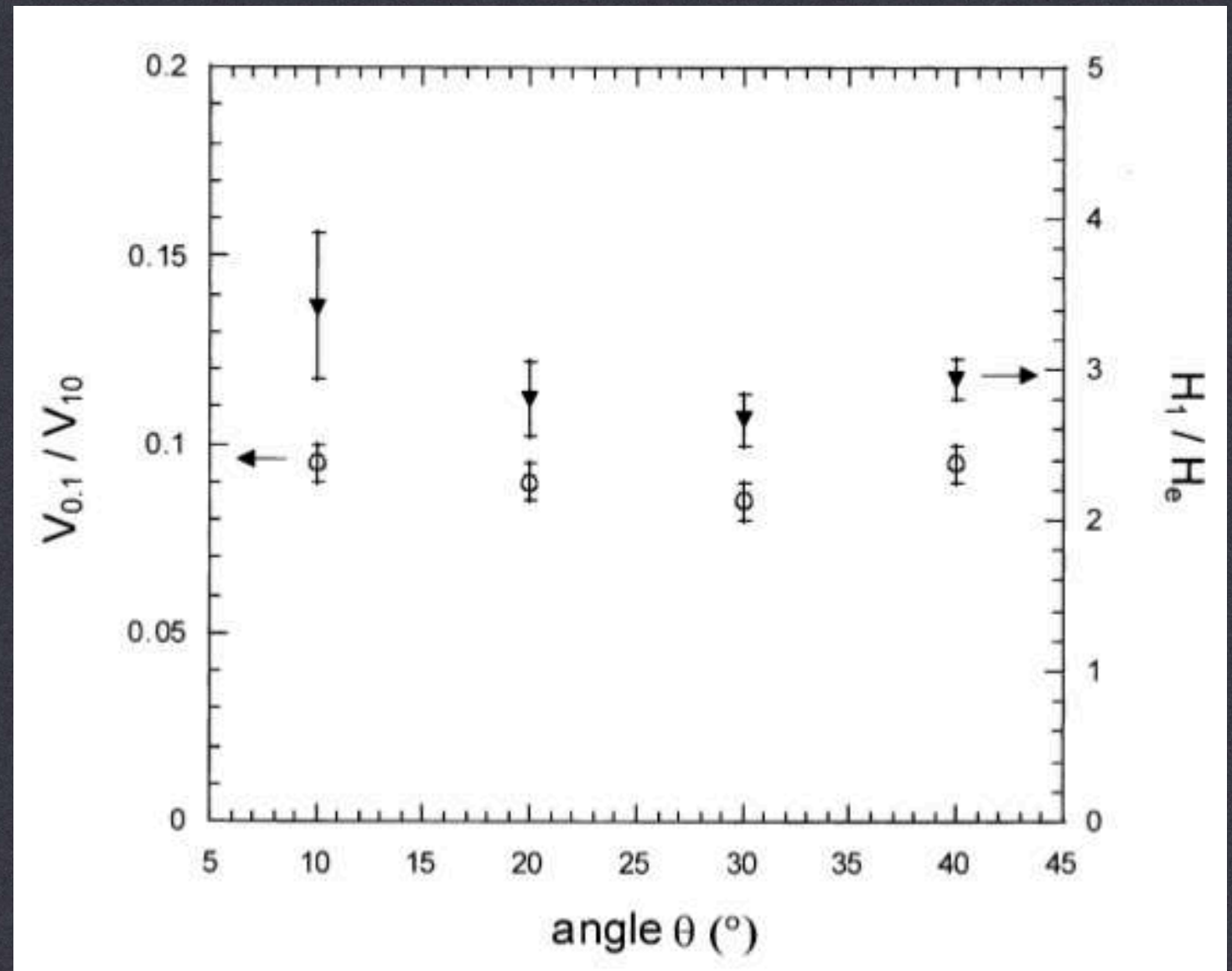
ANNEXES

- Influence du vent



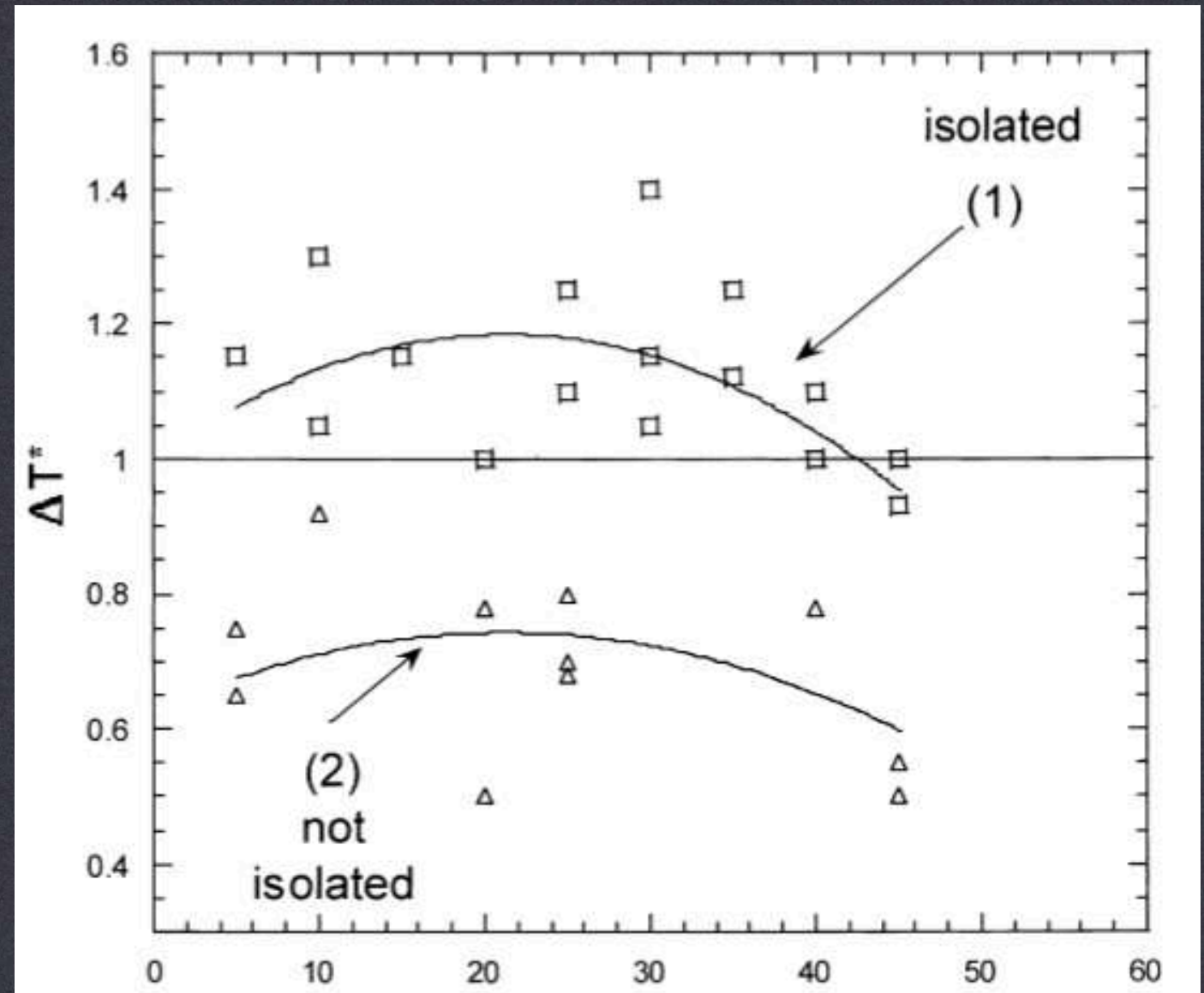
ANNEXES

- Angle de 30°



ANNEXES

- Isolation



ANNEXES

- Formules diverses

$$a = 17,27$$

$$b = 237,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_r = \frac{b\alpha(T_a, \varphi)}{a + \alpha(T_a, \varphi)}$$

où

$$\alpha(T_a, \varphi) = \frac{aT_a}{b + T_a} + \ln(\varphi)$$

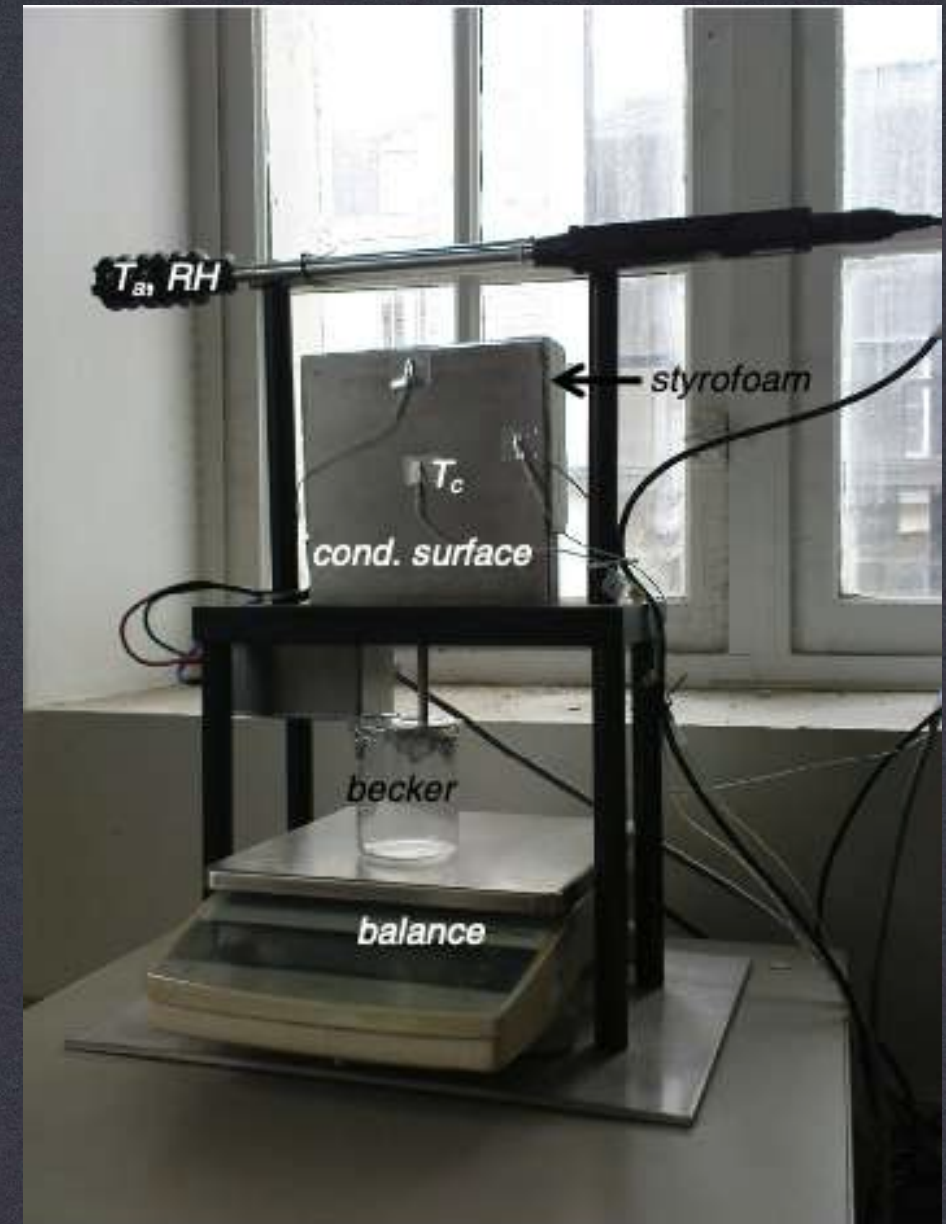
Formule de Heinrich Gustav Magnus-Tevens

$$\varphi[\%] = \frac{P_{vap}}{P_{sat}(T)} \times 100$$

Humidité relative

ANNEXES

- Expérience en laboratoire



ANNEXES

- Expression de la fonction de coupure

$$C(V/V_0) = 1 + 100 \times \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{V}{V_0} \right)^{20} \right] \right\} = \begin{cases} 1 & \text{if } V < V_0 \\ 101 & \text{if } V > V_0 \end{cases}$$

ANNEXES

- Expression de l'équation de condensation

$$\left(\frac{dh}{dt}\right)_{\Delta t} = \frac{\Delta t}{12} \left(\frac{dh}{dt}\right)_1$$

$$\left(\frac{dh}{dt}\right)_1 = \begin{cases} \left\{ 0.37 \times \left[1 + 0.204323 H - 0.0238893 H^2 - \left(18.0132 - 1.04963H + 0.21891 H^2 \right) \times 10^{-3} T_d \right] \times \right. \\ \left. \left(\frac{T_d + 273.15}{285} \right)^4 (1 - N/8) \right\} + [0.06 (T_d - T_a)] \times \left(1 + 100 \times \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{V}{V_0} \right)^{20} \right] \right\} \right) & \text{if positive} \\ 0 & \text{if negative} \end{cases}$$