

Le pyranomètre convient, il est adapté à la gamme des longueurs d'onde du soleil. Sa cte de temps est de 5 s $\Rightarrow$ effet de filtrage passe-bas des variations rapides du soleil.

$$S = 120 \mu V / (m \cdot W) \cdot cm^{-2} = 120 \cdot 10^{-6} V$$

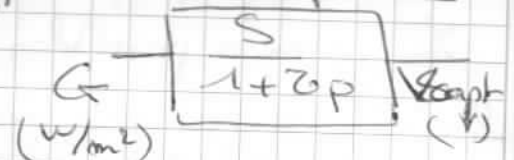
$$S = 120 \cdot 10^{(-6+3+4)} V / (W/m^2) = 120 \cdot 10^{-6} V / (W/m^2)$$

$$S = 120 \cdot 10^{-7} SI = 120 \cdot 10^{-6} V / (W/m^2)$$

Pour $G = 1000 W/m^2$ $V_{capt} = 12 mV$.



modèle capteur:



$\odot \rightarrow G \approx 1000 W/m^2$
 $\text{clouds} \rightarrow G \approx 100 - 300 W/m^2$

déombre, pluie $\rightarrow G \approx 20 W/m^2$

indoor $\rightarrow G \approx 1 \text{ à } 10 W/m^2$

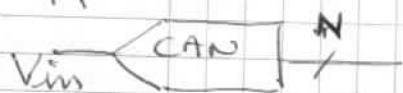
caractéristique statique:

$$V_{capt} = S \cdot G \quad (W/m^2)$$

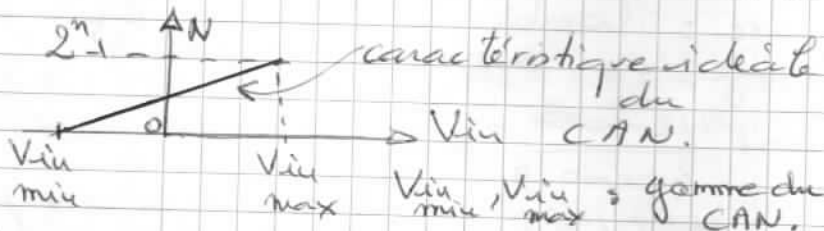
$$(V) \quad S = 12 \cdot 10^{-6} V / (W/m^2)$$

Solution 1. Connexion directe entre le capteur et l'entrée de la carte d'acquisition.

rappel CAN convertisseur analogique-numérique.



$N \in \mathbb{N}$, $N \in [0, 2^n - 1]$ où n est le nombre de bits du CAN. ici $n = 16$



quantum q

$$q = \frac{\Delta V_{in}}{2^n - 1} = \frac{V_{in, max} - V_{in, min}}{2^n - 1}$$

la caractéristique réelle est en marches d'escalier.

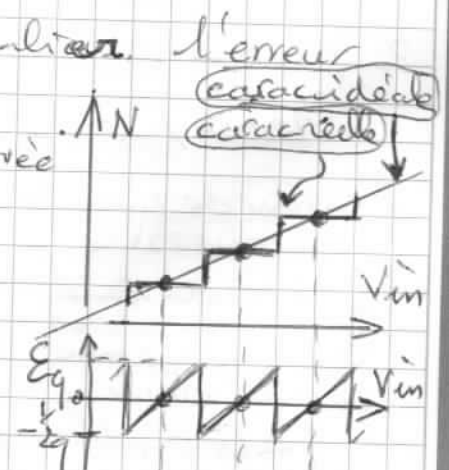
de quantification $E_q = V_{in} - V_{in, reconstituée}$

$$E_q \in \pm \frac{1}{2} q$$

l'équation de la caractéristique idéale est

$$N = \frac{(2^n - 1)}{\Delta V_{in}} \cdot (V_{in} - V_{in, min}) \text{ soit pour retrouver}$$

$$V_{in} \text{ à partir de } N : V_{in} = \frac{\Delta V_{in}}{2^n - 1} \cdot N + V_{in, min}$$

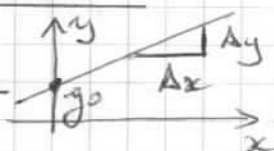


$$E_q = V_{in} - \left(\frac{\Delta V_{in}}{2^n - 1} \cdot N - V_{in_{min}} \right) = V_{in} - \underbrace{\left(qN - V_{in_{min}} \right)}_{V_{in_{reconstituée}}}$$

$V_{in_{reconstituée}}$ ne prend que certaines valeurs (car $N \in \mathbb{N}$) $\Rightarrow E_q \in \left[-\frac{1}{2}q, \frac{1}{2}q \right]$

fin rappel CAN

rappel : équation de droite



$$y = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot x - y_0$$

suite TD: il faut regarder l'influence de l'erreur de quantification si on fait la connexion directe capteur $\rightarrow$ CAN.

Les gammes possibles du CAN sont cf doc : $\pm 10V \pm 5V$
 $\pm 1V \pm 0,2V$.
le choix se fait par programmation, on choisit la gamme $\pm 10V$. (ce n'est pas le meilleur choix ---).

la plage d'entrée du capteur va de 0 à 12 mV, celle du CAN de $-10V$ à $+10V$. Si G passe de G_0 à $G_0 + \Delta G$,
 V_{capto} passe de V_{capto_0} à $V_{capto_0} + \Delta V$

$$① V_{capto} = S G_0$$

$$② (V_{capto} + \Delta V) = S (G_0 + \Delta G)$$

$$① + ② \Rightarrow \Delta V = S \Delta G \text{ soit } \Delta G = \frac{q}{S}$$

$$\Delta G = \frac{300 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-6}} = 25 \text{ W/m}^2$$

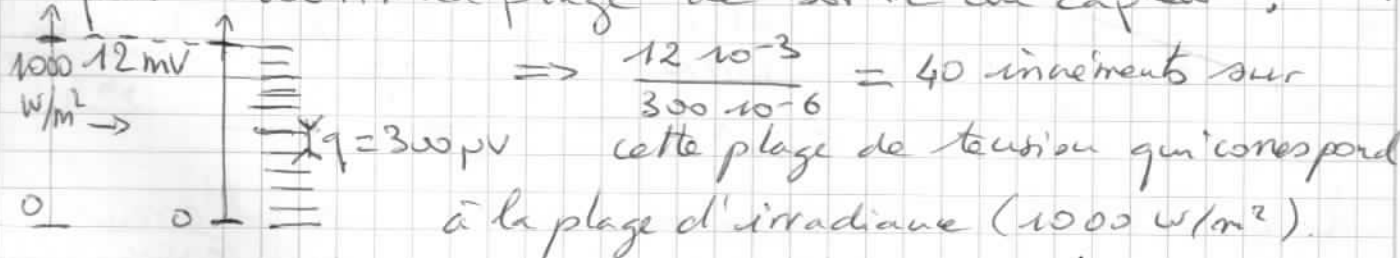
[on cherche combien vaut ΔG pour que $\Delta V = q$]

$$q = \frac{20}{2^{10} - 1} = 300 \mu V$$

$q = 300 \mu V$

il faut que G varie de 25 W/m^2 pour que N augmente de 1

Autre façon de faire : Combien d'incrément égaux à q pour couvrir la plage de sortie du capteur?



$$1000 / 40 = 25 \text{ W/m}^2. \text{ on retrouve pareil!}$$

L'erreur de quantification vaut $\frac{1}{2}q$, rapportée sur l'irradiance, cela donne une incertitude sur l'irradiance de $\pm 25/2 = 12,5 \text{ W/m}^2$.

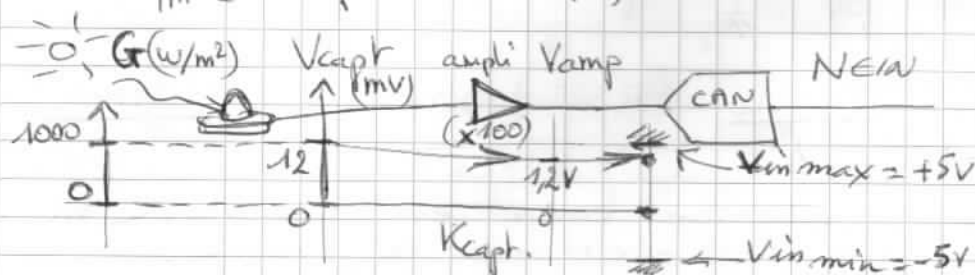
Pour une gamme du CAN de $\pm 10V$, avec $n = 16$, l'incertitude sur la mesure rapportée par la quantification vaut $\Delta G = 18 \text{ W/m}^2$.

$\Rightarrow$ Comme on demande au final une erreur max de 4% de la pleine échelle, soit $\frac{4}{100} \times 1000 \text{ W/m}^2 = 40 \text{ W/m}^2$, cela doit convenir... si les autres éléments (capteur, traitement numérique) n'apportent pas d'erreurs sup. à 22 W/m^2 .

Toutefois, le capteur étant situé loin (plusieurs mètres du CAN), le signal V_{capt} risque d'être bruité.

Pour garder un bon rapport signal / bruit, on va amplifier V_{capt} avant qu'il ne soit bruité et donc au plus près du capteur.

/// Solution 2. On intercale un étage de gain (ampli 10 A 11k) entre le capteur et le CAN.



l'équation de l'ampli est donnée par $V_{\text{amp}} = K_{\text{capt}} \cdot V_{\text{capt}}$.

Pour limiter l'effet du bruit de quantification et des perturbations entre la sortie de l'ampli et l'entrée du CAN, on cherche à maximiser la plage de sortie de l'ampli.

Pour que cela fonctionne bien il faut A et B.

A = plage de sortie de l'ampli comprise dans gamme entrée du CAN

B = plage de sortie de l'ampli comprise dans la plage d'alimentation de l'ampli avec une marge suffisante,

On donne le choix entre $K_{\text{amp}} = 10 \ 100 \ 1000$.

$K_{\text{amp}} = 1000 \Rightarrow V_{\text{amp max}} = 12 \text{ V} > V_{\text{in max}} \text{ du CAN}$
 $\Rightarrow$ mauvais choix car le CAN va être saturé avant que les 1000 W/m^2 soit atteint.

$K_{\text{amp}} = 100 \quad V_{\text{amp}} \in [0, 1,2] \text{ V}$ OK si l'amplitude d'entrée du CAN porte à $\pm 10 \text{ V}$ ou $\pm 5 \text{ V} \Rightarrow$ on prendra $\pm 5 \text{ V}$; pas OK si $\pm 1 \text{ V}$.

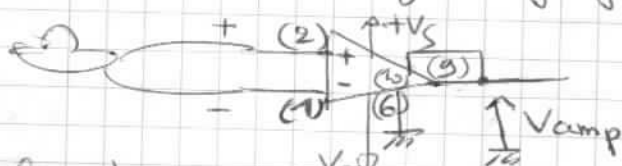
$K_{\text{amp}} = 10 \Rightarrow V_{\text{amp}}$ trop petit, pas intéressant pour $\rightarrow$

minimiser l'effet d'un bruit, ~~par~~.

Au final, on a choisi $K_{amp} = 100$ et
CAN plage $\pm 5V$.

Ampli. Si on a $\pm V_S$ (V supply) = alimentation,
alors la gamme de sortie est de $\pm 10V$ cf doc
cf ligne: OUTPUT RATING.

Pour le câblage cf fig 30 de la doc AD524.

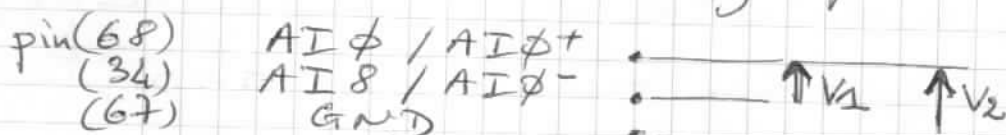


rappel carte acquisition.
CAN mesure simple (RSE), mesure différen-
tielle (diff).

- mesure simple : entre une borne et la masse de la carte ou une borne et une référence.
- mesure différentielle : entre deux bornes de la carte.

C'est par programmation que l'on choisit l'un ou l'autre.

AIx analog input voie x.

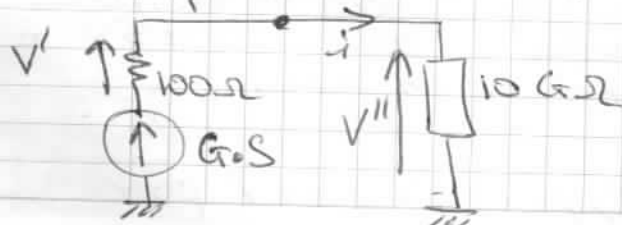


Si on demande la voie ϕ en RSE, on mesure V_2
Si on demande la ϕ en DIFF, on mesure V_1

Pour avoir le signal de sortie de l'ampli
sur l'entrée ϕ en mode RSE, il faudra
connecter pin 68 à V_{amp}
— 67 — gnd de l'ampli.

L'impédance d'entrée de la carte est très grande
 $> 10 G\Omega$, ce qui est très bon.

Si on avait fait la connection directe entre
le capteur et le CAN on aurait :



$$i_{vo} = i_v = \frac{12mV}{10 G\Omega}$$

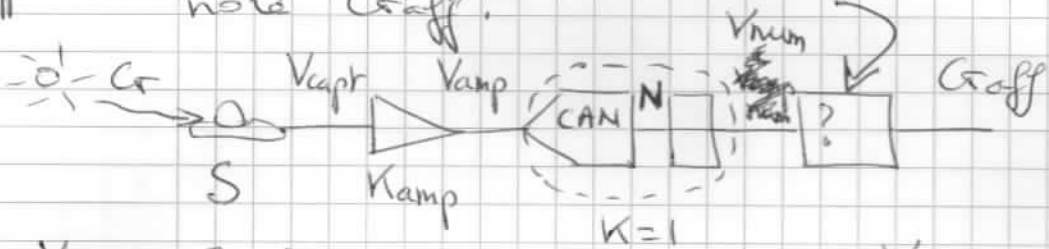
$$\Rightarrow V''_{vo}, \text{ on a bien}$$

$$V'' = G.S. \text{ cela irait donc!}$$

Sous Labview, il y a un pré-traitement après le CAN
 $\Rightarrow$ pour $V_{in} = 0\text{ V}$ cela affiche une valeur 0
 $\frac{10\text{ V}}{10\text{ V}} = 1$

$\Rightarrow$ gain équivalent de 1. CAN pré-traitement

// Quel traitement pour reconstituer G ? $K=1$ pour l'ensemble
 noté G_{aff} .



$V_{capt} = S \cdot C_r$; $V_{amp} = K_{amp} \cdot V_{capt}$; $V_{num} = K \cdot V_{amp}$
 soit $V_{num} = (K \cdot K_{amp} \cdot S) \cdot C_r$ pour avoir $G_{aff} = G$ on
 doit calculer $G_{aff} = \left(\frac{1}{K \cdot K_{amp} \cdot S} \right) V_{num}$ soit

$$G_{aff} = \left(\frac{1}{1 \cdot 100 \cdot 12 \cdot 10^{-6}} \right) \cdot V_{num} = 833 \cdot V_{num}$$

$G_{aff} = 833 \cdot V_{num}$

Quelle incertitude sur les mesures?
 cf. séance n° 2.