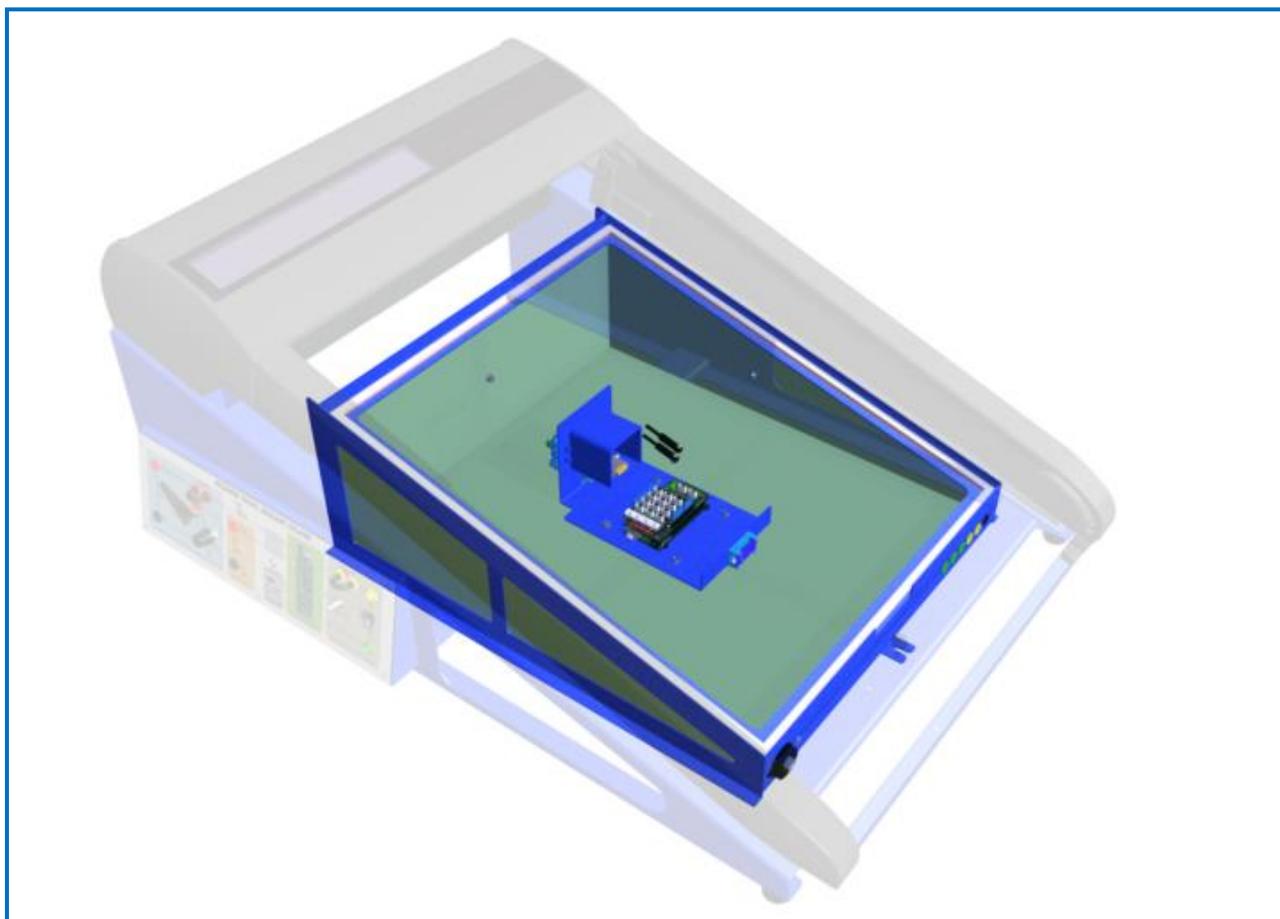


VRS-500

*Sous-Systeme « Développement
Durable »*



DOSSIER TECHNIQUE

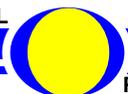


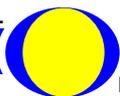
1.		Avertissements
	1.1 Conformité aux normes C.E.	p7
	1.2 Précautions d'emploi	p7
	1.2.1 Précautions avant utilisation	p7
	1.2.2 Précautions pendant l'utilisation	p7
	1.3 Entretien du sous-système	p7
2.		Le contexte
	2.1 Le volet solaire dans son contexte réel	p11
	2.1.1 Vitrages et systèmes d'occultation en B.B.C.	p11
	2.1.2 La maison intelligente	p13
	2.2 L'installation du volet solaire	p14
3.		Le sous-système VRS-500 DD
	3.1 Influence du volet roulant sur le confort d'une pièce d'habitation	p17
	3.1.1 Influence en hiver	p18
	3.1.2 Influence en été	p19
	3.2 Description de l'enceinte	p20
	3.2.1 Vue générale	p20
	3.2.2 Détail de la partie acquisition et chauffage	p21
	3.3 Architecture	p22
4.		Mise en oeuvre
	4.1 Vérifications préliminaires	p25
	4.2 Mise en place de l'enceinte dans le volet VRS-500	p26
	4.3 Simple vitrage et sondes résistives	p27
	4.4 Double vitrage et sondes résistives	p29
	4.5 Connexion Interface PC	p31
	4.6 Douilles de mesures	p32
5.		En savoir plus
	5.1 Le facteur solaire	p35
	5.2 La conductivité thermique	p36
	5.3 La résistance thermique	p37
	5.4 Les sondes de température résistives « RTD »	p38
	5.4.1 Un peu d'histoire	p38
	5.4.2 Les différents types de RTD	p39
	5.4.3 Les différents métaux utilisés	p41
	5.4.4 Mesure de la résistance	p42
	5.4.5 Calcul de la température	p43
6.		Annexes





AVERTISSEMENTS





1.1 Conformité aux normes CE

Sans objet

1.2 Précautions d'emploi

1.2.1 Précautions avant utilisation

Aucunes précautions particulières

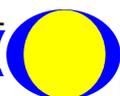
1.2.2 Précautions pendant l'utilisation

Aucunes précautions particulières

1.3 Entretien du sous-système

Le système ne nécessite aucun entretien particulier.







LE CONTEXTE DU VOLET





2.1 Le volet roulant solaire dans son contexte réel

2.1.1 Vitrages et systèmes d'occultation en B.B.C.



Au cours de ces dernières décennies, l'évolution de l'architecture c'est traduite par une augmentation des surfaces vitrées des bâtiments tout en optimisant au maximum le bilan énergétique de ceux-ci (on parle alors de Bâtiments Basse Consommation, ou "BBC").

Les progrès réalisés par la technologie du verre ont permis de faire évoluer les surfaces vitrées utilisées dans la construction : les simples vitrages d'autrefois ont laissé la place aux doubles et triples vitrages réalisés avec des verres de plus en plus performants séparés par des couches d'air ou de gaz noble.

En parallèle, des systèmes d'occultation plus ou moins sophistiqués ont été intégrés aux immeubles qu'ils soient commerciaux ou résidentiels. Cette évolution permet aux occupants de profiter de la lumière naturelle et d'avoir un meilleur contact avec l'extérieur tout en maîtrisant les consommations d'énergie et les conditions de confort, été comme hiver.

Actuellement, les combles sont le plus souvent aménagés et équipés de fenêtres de toit. Dans le cadre d'une amélioration du confort de l'habitat, il est intéressant d'équiper ces fenêtres d'un volet roulant qui permet de contrôler la luminosité, d'accroître l'isolation thermique et d'augmenter le confort acoustique.

Pour répondre à ces exigences de confort d'utilisation, de rénovation et de domotisation, certains modèles sont motorisés, pilotables à distance et autonomes en énergie, c'est le cas du VRS-500.



Le VRS-500, composant de premier rang dans le BBC :

Protection contre la chaleur --> 93% de la chaleur arrêtée.

Isolation renforcée contre le froid --> jusqu'à 27% d'isolation complémentaire.

Isolation phonique aux bruits d'impacts (pluie, grêle ...) --> divise par 4 le bruit.

Totalement autonome en énergie --> Alimenté par énergie solaire captée par une cellule photovoltaïque.



Cd-rom EMP VRS-500

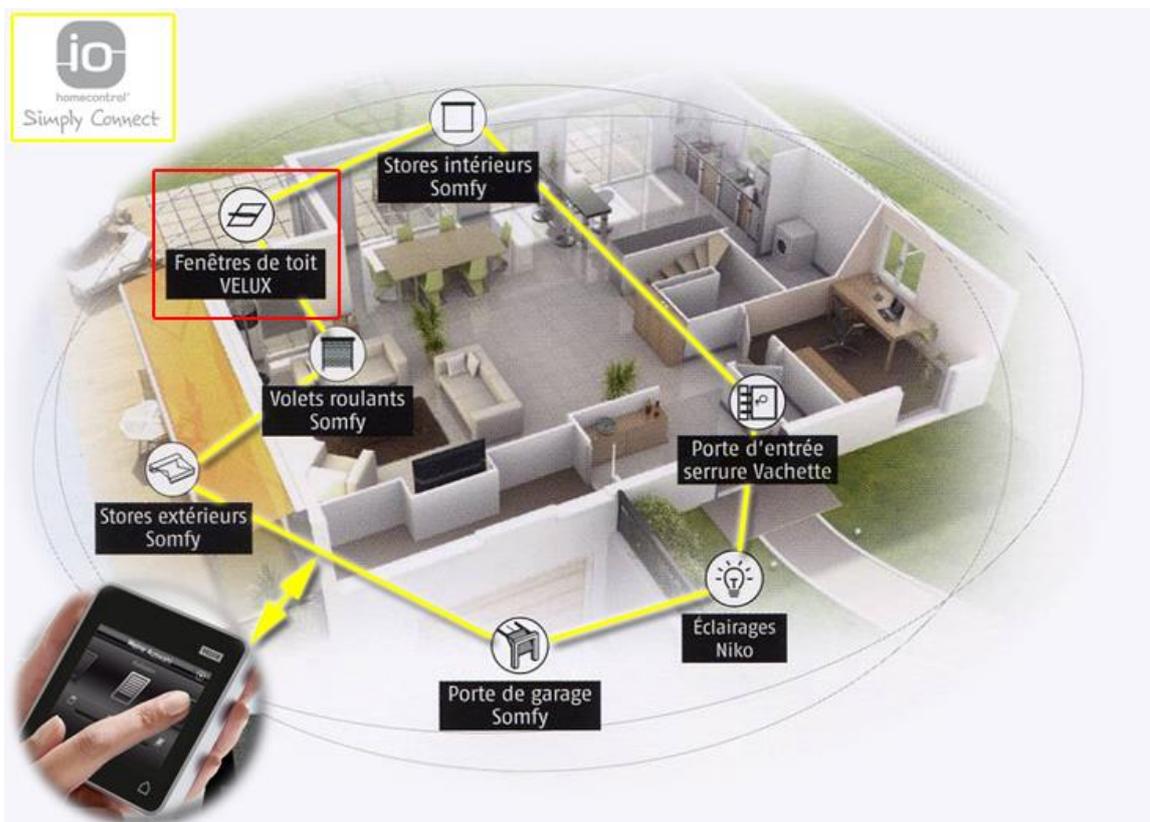
Retrouvez la contextualisation de ce système:

« **LE CONTEXTE** »

⇒ **Vitrages et systèmes d'occultation ...**



2.1.2 La maison intelligente



Aujourd'hui, une maison intelligente et connectée est capable de savoir quand vous rentrez à la maison (grâce à votre smartphone par exemple), et donc d'ouvrir le portail avant même que vous n'arriviez. Les volets peuvent s'ouvrir et se fermer au rythme du soleil, et peuvent même aller jusqu'à s'adapter à la saison et la température pour laisser entrer la lumière et la chaleur du soleil l'hiver, ou au contraire conserver le frais l'été en fermant les volets des fenêtres exposées au soleil.

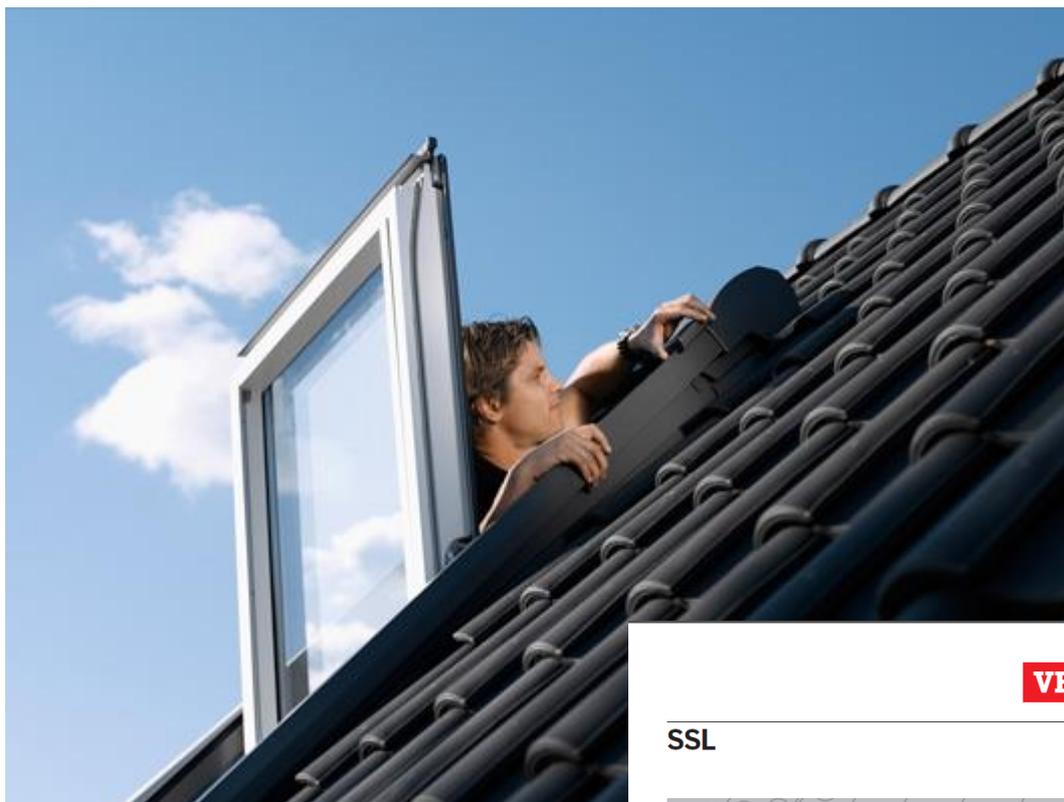
Le Volet Roulant Solaire VELUX est compatible avec la maison intelligente grâce à sa technologie io-homecontrol® intégrée.

io-homecontrol® est une technologie de communication radio sans fil qui connecte des équipements motorisés, commandes et automatismes pour les rendre compatibles entre eux.

- Une seule télécommande pilote les produits de plusieurs marques et gère toutes leurs fonctionnalités, en groupe ou séparément.
- Chaque ordre donné est systématiquement vérifié et vous est instantanément confirmé sur l'écran de la télécommande par un signal visuel ou sonore.

• Toute la maison peut être équipée de produits compatibles io-homecontrol® pas à pas, en fonction des besoins, pour modifier, combiner, compléter ou améliorer facilement une installation.

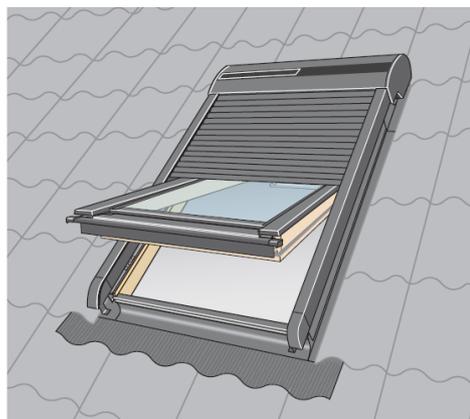
2.2 L'installation du volet roulant solaire



Le volet roulant s'installe sur n'importe quelle fenêtre
De la gamme VELUX.

L'intervention est à la portée de tous et se fait depuis
L'intérieur de la pièce.

Une notice d'installation détaillée accompagne le
produit.

VELUX
SSL


ENGLISH: Installation instructions for solar cell roller shutter
DEUTSCH: Montageanleitung eines Solarzellen-Rollladens
FRANCAIS: Notice d'installation du volet roulant alimenté par cellules solaires
DANSK: Monteringsvejledning for solcellevindskædd
NEDERLANDS: Inbouwstructuur voor het zonnepaneel rolluik
ITALIANO: Istruzioni di montaggio per persiana a pannello ad energia solare
ESPAÑOL: Instrucciones de instalación de persiana exterior por célula solar



CE


Cd-rom EMP VRS-500

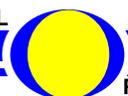
Retrouvez la vidéo d'installation:

 « **LE PRODUIT** »

 ⇨ **Installation du volet SSL**

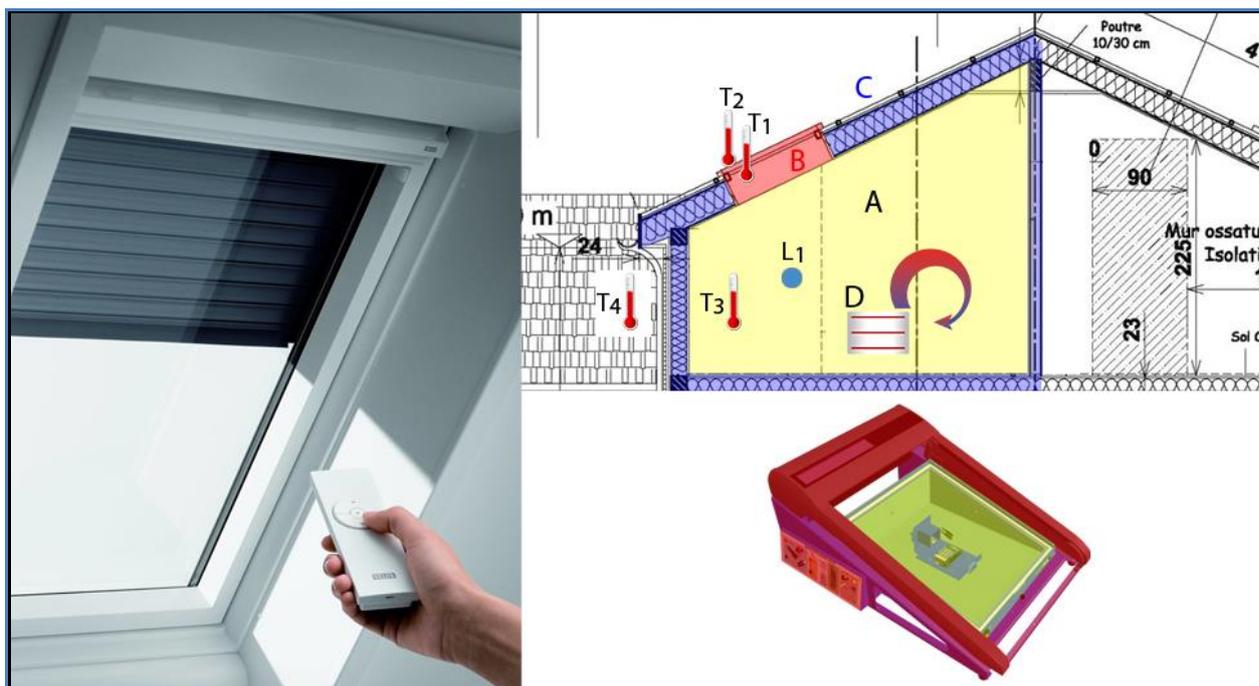



LE SOUS-SYSTEME « VRS-500 DD »





3.1 Contexte : Influence du volet roulant sur une pièce d'habitation



Le sous-système VRS "Développement Durable" propose de mettre en évidence **l'influence du volet roulant solaire sur le confort d'une pièce d'habitation**.

Pour cela, le sous-système reproduit une pièce d'habitation en sous-pente "A" (en jaune sur l'illustration ci-dessus) comportant une fenêtre de toit "B" (en rouge).

Le sous-système s'intégrant dans le volet roulant solaire, il devient possible d'occulter plus ou moins son vitrage en manœuvrant le tablier de lames à l'aide de la télécommande du volet.

Comme pour une pièce d'habitation réelle, l'enceinte du sous-système se compose :

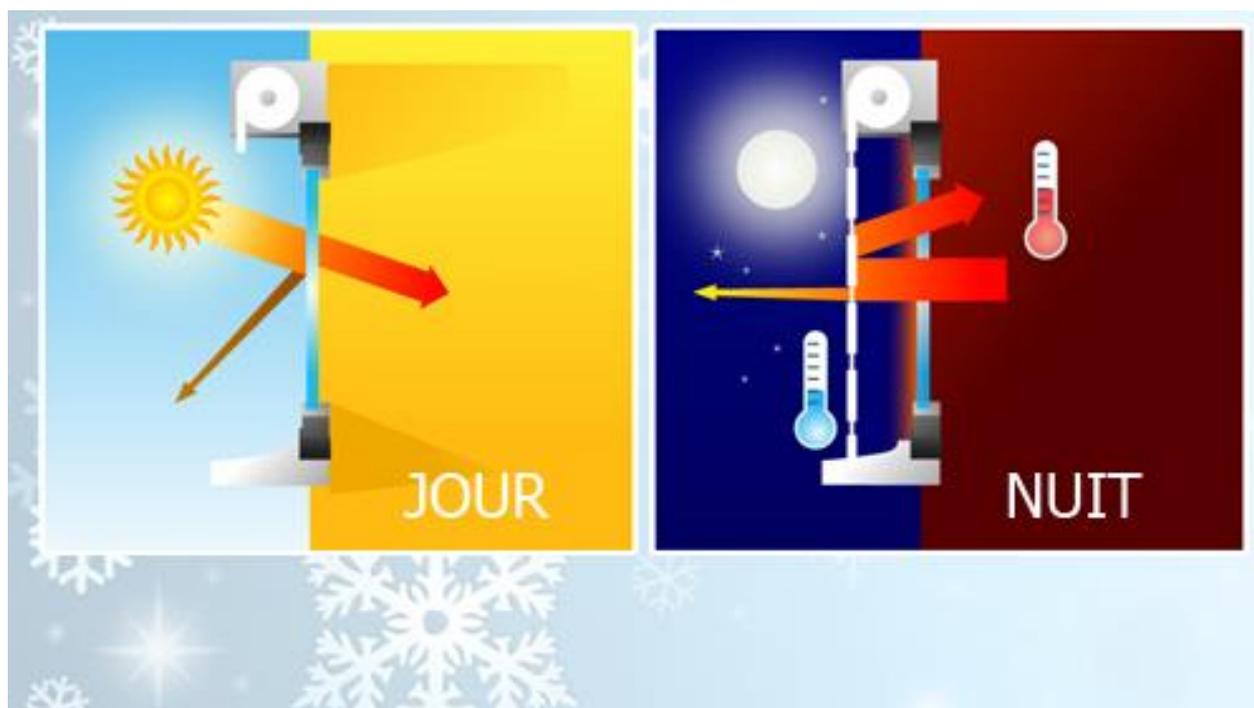
- D'un isolant périphérique "C" (en bleu) constitué de panneaux dont la **conductivité** et la **résistance thermique** du matériau sont connues ;
- D'un dispositif de chauffage "D" pilotable à partir de l'interface sur PC ;
- D'un kit composé de deux plaques de plexiglass permettant de reproduire deux cas de figures : Fenêtre de toit à simple vitrage ou à double-vitrage.

Pour effectuer des mesures, l'instrumentation de l'enceinte se compose :

- De deux **sondes de température résistives**, une pour mesurer la température de surface externe de la vitre (T1), l'autre pour mesurer celle de sa face interne (T2) ;
- De deux capteurs de température sur bus "I2C", un pour mesurer la température à l'intérieur de l'enceinte (T3), l'autre pour mesurer celle à l'extérieur (T4) ;
- D'un capteur de luminosité analogique (L1) permettant de mesurer la quantité de lumière que le volet laisse passer en journée selon sa position.

Enfin, l'ensemble est piloté par une interface sur PC reliée au sous-système par une liaison de type USB.

3.1.1 Influence en hiver



En journée :

L'objectif est de profiter au maximum des apports solaires qui émanent des rayons du soleil. Ils représentent l'énergie entrante par la fenêtre via l'ensoleillement direct, par transmissions thermiques et lumineuses du vitrage en contact avec l'extérieur.

Ces apports dépendent d'une des caractéristiques du vitrage : **Le facteur solaire**

Le facteur solaire mesure la contribution d'un vitrage à l'échauffement d'une pièce. Plus le facteur solaire est petit, plus les apports solaires sont faibles (voir « En Savoir Plus » : Le facteur solaire).

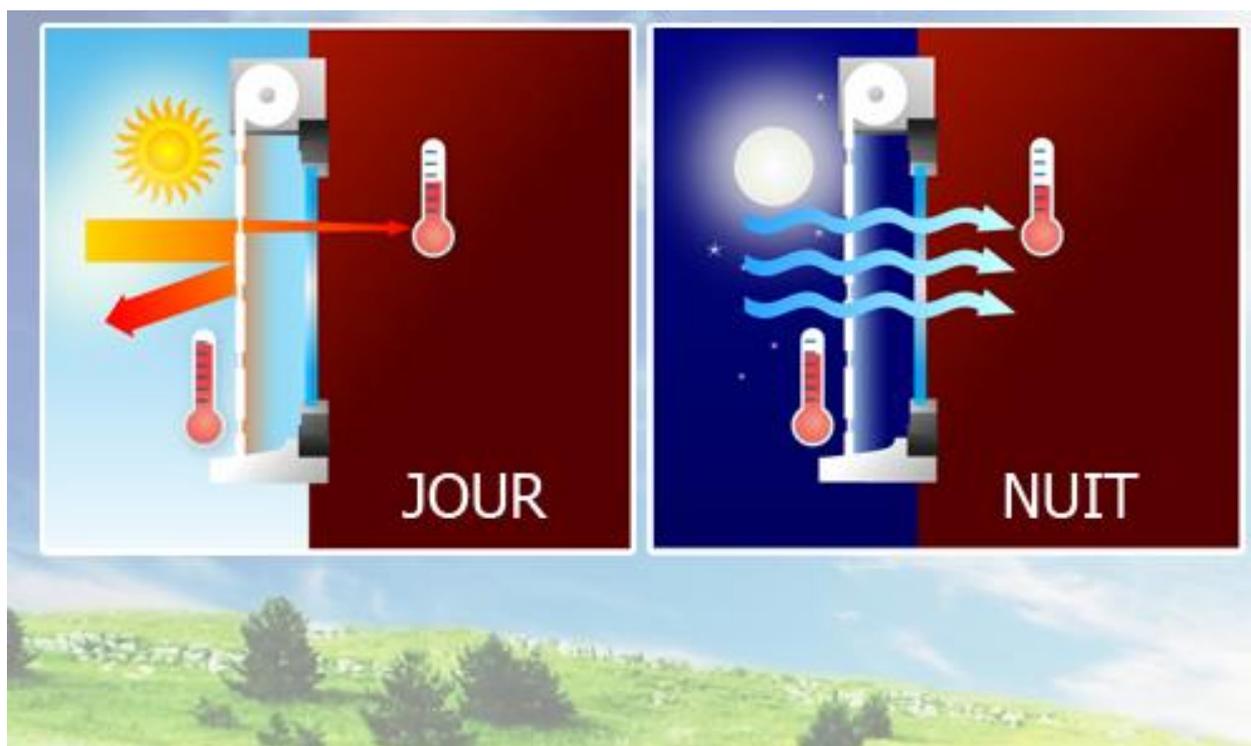
Ces apports de lumière et chaleur naturelles contribuent de façon positive aux consommations d'énergie dans l'habitat (chauffage et éclairage).

La nuit :

L'objectif est de **conserver au maximum une partie de l'énergie récupérée en journée** par les apports solaires en fermant le volet pour améliorer l'isolation au niveau de la fenêtre de toit.

Les déperditions qui se produisent au niveau de cette fenêtre vont alors dépendre des caractéristiques isolantes du vitrage et des lames du volet roulant.

3.1.2 Influence en été



En journée :

L'objectif est de limiter au maximum les apports solaires en fermant le volet pour se protéger de l'entrée de la chaleur extérieure.

Ainsi, la plus grande partie du rayonnement infrarouge de la lumière du soleil est renvoyée par les lames du volet. Seule une faible partie contribue à l'échauffement de la pièce.

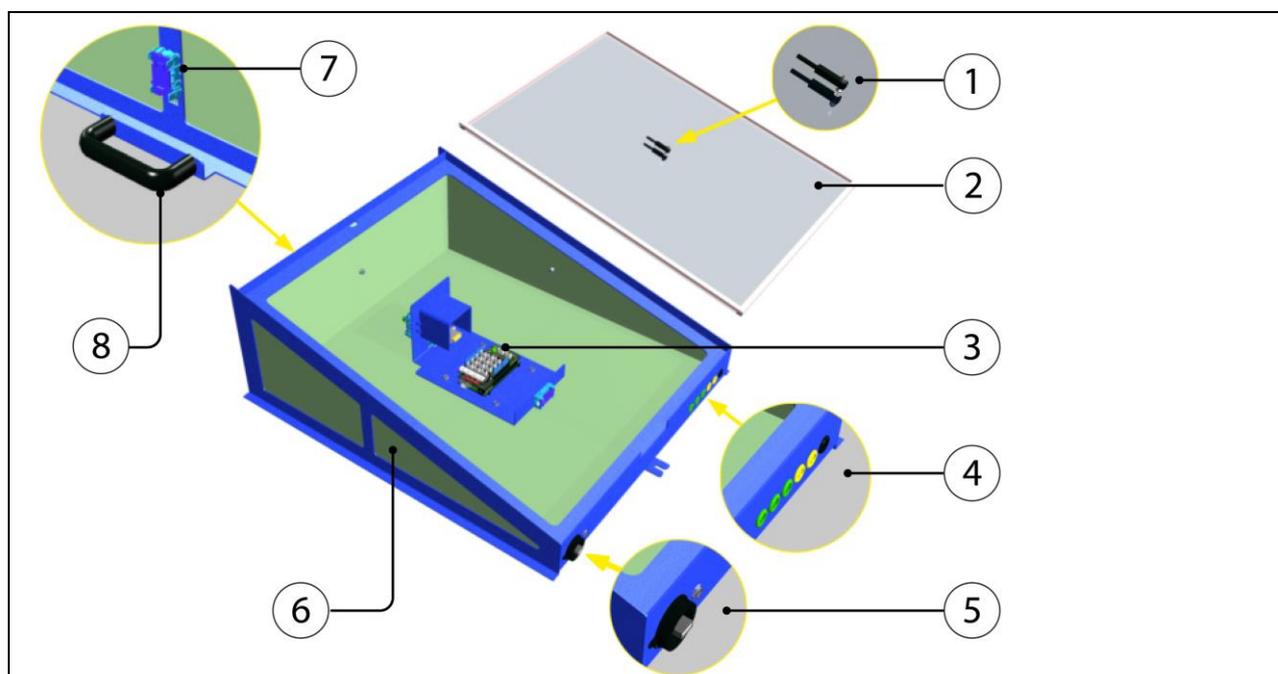
La nuit :

L'objectif est de ventiler au maximum la pièce pour que la chaleur accumulée en journée puisse s'échapper et être remplacée par la fraîcheur de la nuit.

Le volet roulant et la fenêtre de toit sont donc laissés en position ouverte pour créer cette aération.

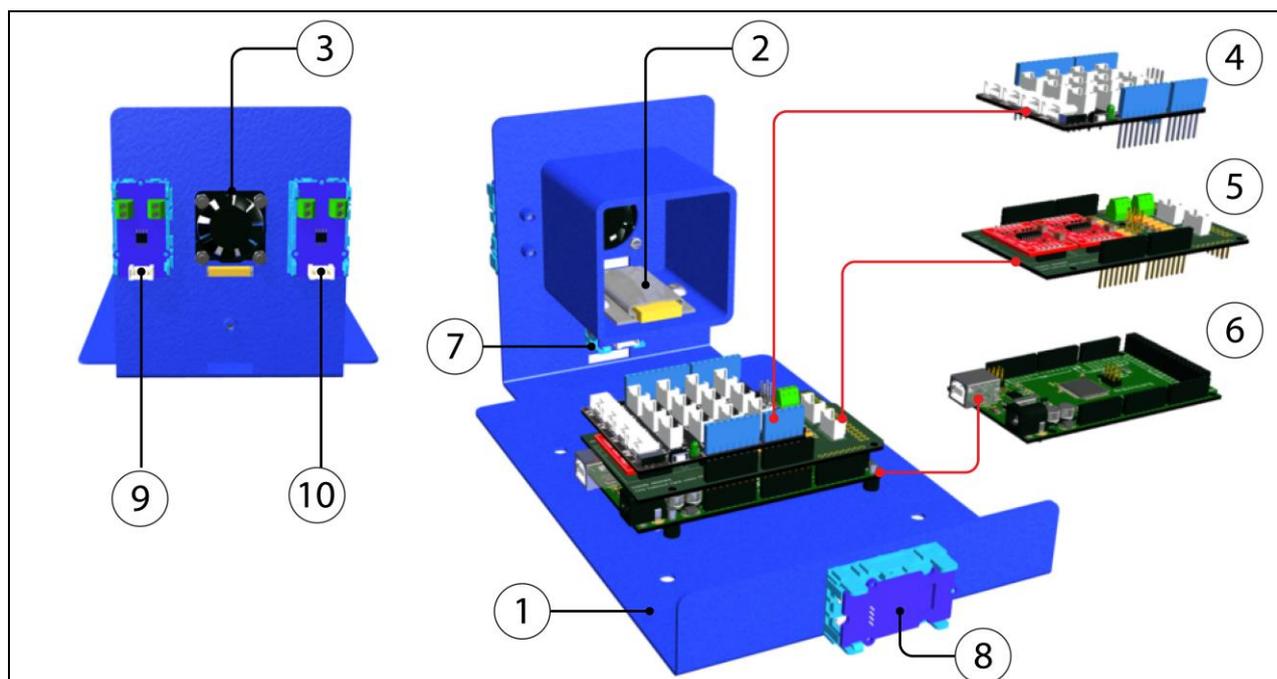
3.2 Description de l'enceinte

3.2.1 Vue générale



Rep	Constituant	Description
1	SONDES RESISTIVES (2)	Ces deux sondes permettent de mesurer la température de contact au niveau des faces internes et externes du vitrage (plaques de plexiglass). Il s'agit de sondes de type « PT1000 ». Voir Caractéristiques et table de conversion en annexe.
2	KIT VITRAGE	Ce kit se compose de deux plaques de plexiglass permettant de simuler soit un simple vitrage (une seule plaque), soit un double-vitrage (deux plaques séparées par un film d'air). Voir installation dans « Mise en œuvre »
3	CARTES ELECTRONIQUE ET DISPOSITIF DE CHAUFFAGE	Cet ensemble comprend le dispositif de chauffage, les cartes électroniques du sous-système et une série de capteurs. Voir description détaillée en 3.2.2.
4	DOUILLES DE MESURES	Ces douilles permettent de récupérer le signal d'une des deux sondes résistives (PT 1000 repère 1) « avant » et « après » conditionnement. Voir schéma du sous-système en annexe
5	PRISES DE RACCORDEMENT	Le sous-système est équipé d'une prise USB dédié à la liaison avec le PC et d'un connecteur alimentation (12V CC). Voir usage des ces connecteur dans « Mise en œuvre ».
6	ISOLANT PERIPHERIQUE	Matériau isolant de 10mm d'épaisseur fixé sur les parois internes de l'enceinte. Voir caractéristiques en annexe.
7	CAPTEUR DE TEMPERATURE EXTERIEURE	Ce module électronique « Grove » est équipé d'un capteur de température numérique. Il permet de mesurer la température extérieure à l'enceinte. Voir caractéristiques en annexe.
8	POIGNEE	Cette poignée permet de retirer plus facilement le sous-système de l'intérieur du volet roulant solaire. Voir « Mise en œuvre ».

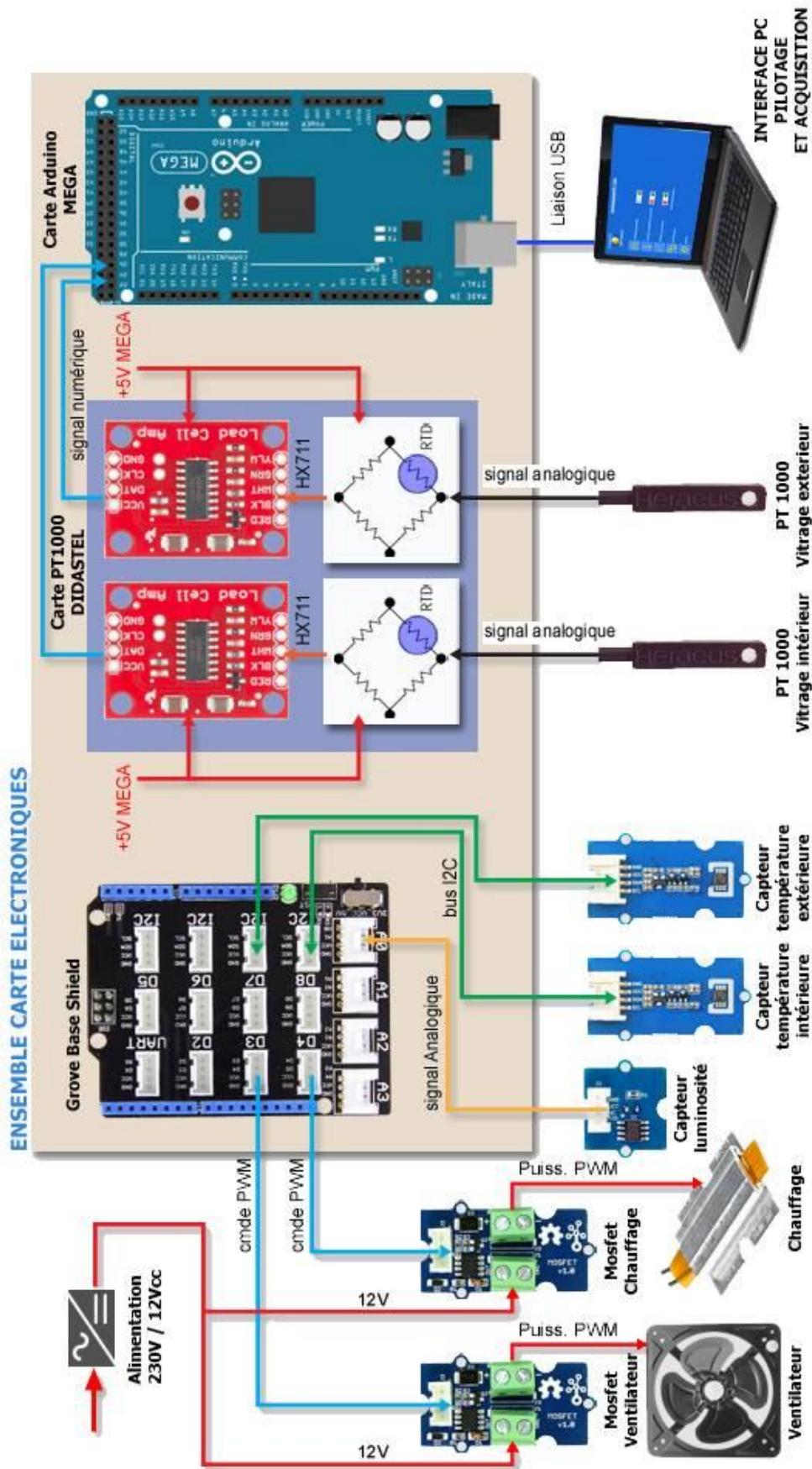
3.2.2 Détail de la partie acquisition et chauffage



Rep	Constituant	Description
1	SUPPORT	Support en acier peint réalisé en assemblage mécanosoudé.
2	ELEMENT CHAUFFANT	Cet élément chauffant 12V 50W associé au ventilateur rep.3 permet de réchauffer l'intérieur de l'enceinte. Voir caractéristiques en annexe.
3	VENTILATEUR	Ce ventilateur 24V associé à l'élément chauffant.rep.2 permet de brasser l'air chaud à l'intérieur de l'enceinte. Voir caractéristiques en annexe.
4	CARTE « GROVE » BASE SHIELD	Cette carte permet de raccorder tous les modules électroniques « Grove » du sous-système. Elle est pluggée sur la carte Arduino MEGA. Voir schéma en annexe.
5	CARTE DIDASTEL PT 1000	Cette carte équipée de 2 modules « HX711 » permet de conditionner le signal des sondes résistives PT1000. Elle est pluggée sur la carte Arduino MEGA. Voir schéma en annexe.
6	CARTE ARDUINO MEGA	La carte Arduino Mega 2560 est basée sur un ATmega2560 cadencé à 16 MHz. Elle dispose de 54 E/S dont 14 PWM, 16 analogiques et 4 UARTs. Voir schéma en annexe.
7	CAPTEUR DE LUMINOSITE	Ce module électronique « Grove » est équipé d'un capteur de luminosité analogique. Il permet de mesurer la quantité de lumière que laisse passer le volet selon la position de son tablier de lames. Voir schéma en annexe.
8	CAPTEUR DE TEMPERATURE EXTERIEURE	Ce module électronique « Grove » est équipé d'un capteur de température numérique. Il permet de mesurer la température extérieure à l'enceinte. Voir schéma en annexe.
9	MODULE MOSFET CHAUFFAGE	Ce module électronique « Grove » est équipé d'un mosfet de puissance permettant de piloter l'élément chauffant en PWM ¹ . Voir schéma en annexe.
10	MODULE MOSFET VENTILATEUR	Ce module électronique « Grove » est équipé d'un mosfet de puissance permettant de piloter le ventilateur en PWM. Voir schéma en annexe.

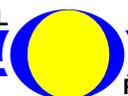
¹ Pulse Width Modulation ou MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion)

3.3 Architecture





MISE EN OEUVRE





4.1 Vérifications préliminaires

A la réception du matériel, veuillez vérifier la présence des fournitures suivantes :

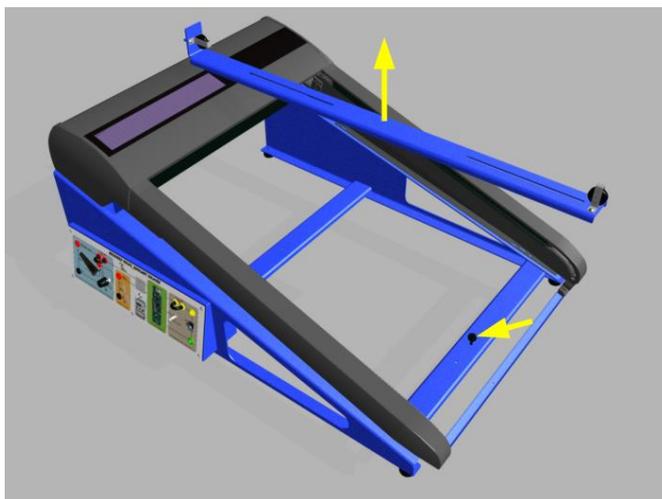
- 1 Sous-système VRS-500 « Développement Durable »
- Accessoires et Logiciels :
 - o 1 kit « Vitrage » composé de 2 plaques de plexiglass équipées chacune d'une sonde résistive PT1000 ;
 - o 1 Alimentation secteur 230 AC /12V CC ;
 - o 1 Câble de liaison USB ;
- Le dossier ressources dématérialisé contenant :
 - o Dossier Technique "Sous-Système VRS-500 Développement Durable" ;
 - o EMP (Environnement Multimédia Pédagogique sur Cd-rom) ;
 - o Manuel d'utilisation EMP.

4.2 MISE EN PLACE DE L'ENCEINTE DANS LE VOLET VRS-500

1 : Dépose des poulies

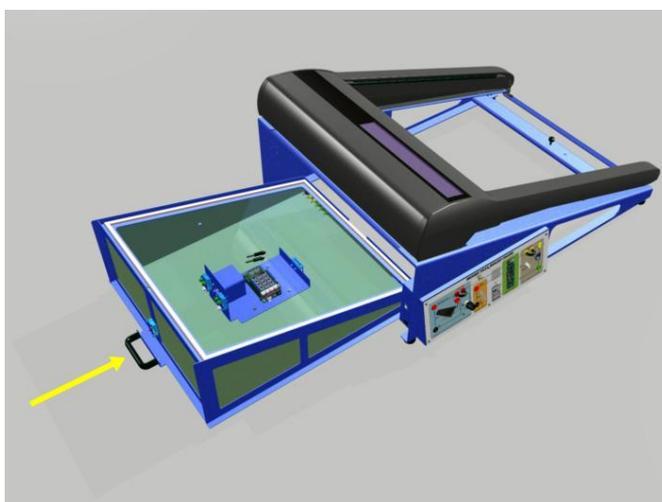
Le châssis du volet roulant solaire est équipé d'un support de poulies qu'il faut enlever.

- Ne conserver que la molette de serrage située sur la traverse avant.



2 : Insertion du sous-système

Le sous-système se glisse à l'intérieur du volet par l'arrière de son châssis. Il s'appuie sur ses traverses.



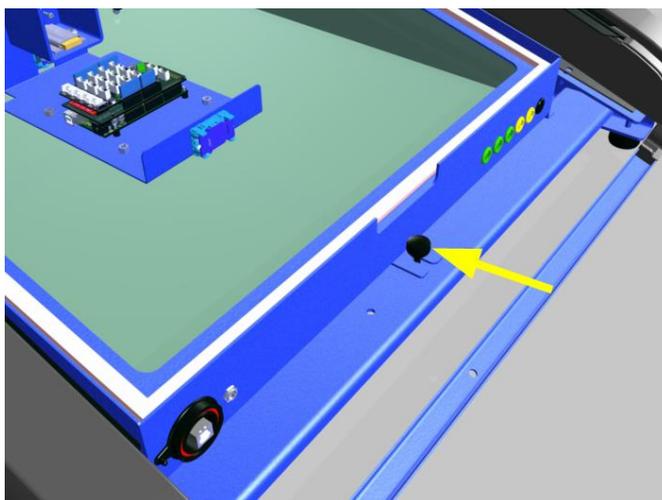
2 : Serrage de la butée AVANT :

Le sous-système vient en butée au niveau de la mollette de serrage de la traverse « avant » du châssis du volet roulant.

- Centrer correctement le sous-système et serrer la molette modérément pour ne plus qu'il bouge.

Le sous-système est en place dans le volet, effectuer un cycle d'ouverture et fermeture du volet pour vérifier que les lames circulent correctement.

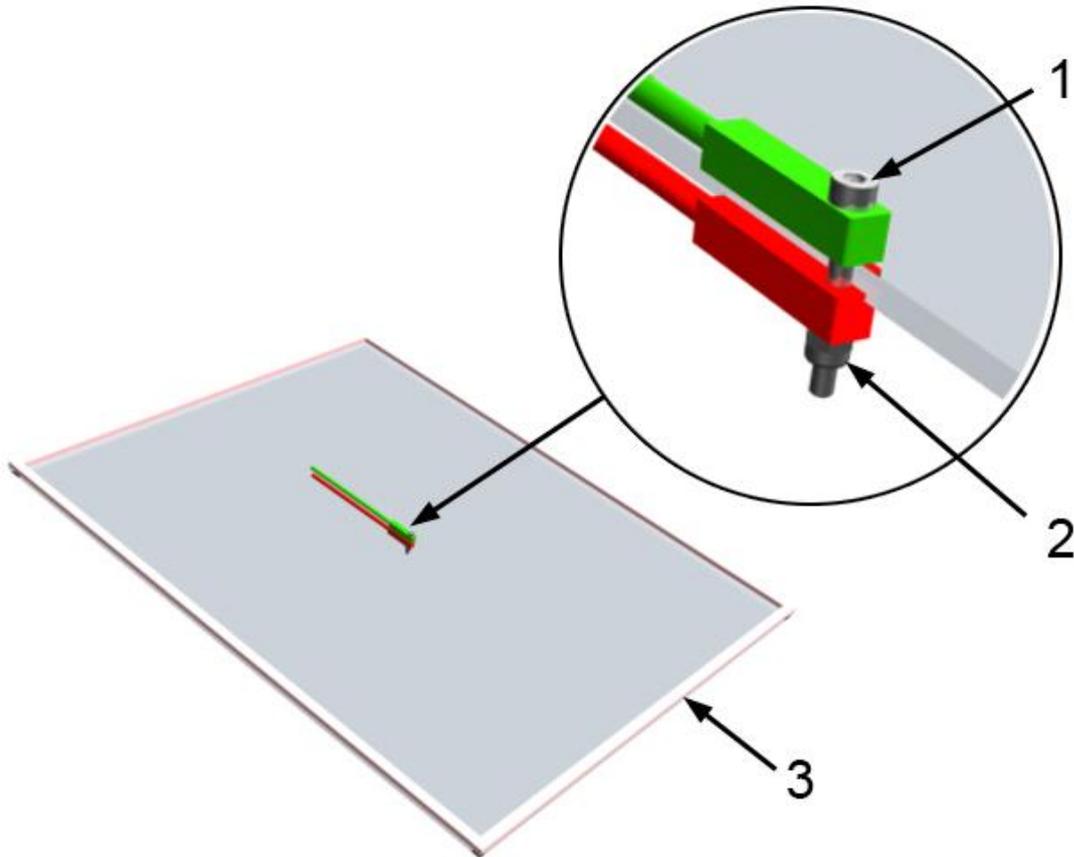
Attention à la cordelette (la fixer par exemple avec de l'adhésif sur la dernière lame



4.3 SIMPLE VITRAGE ET SONDES RESISTIVES

1 : Montage des sondes de contact « intérieure » et « extérieure »

Lorsque l'enceinte est utilisée avec une seule plaque de plexiglass (simulation simple vitrage), les deux sondes résistives doivent être fixer en regard l'une de l'autre comme ci-dessous.

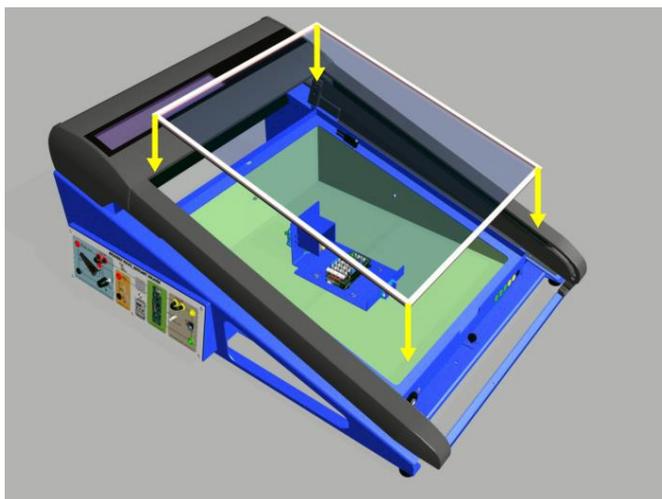


- Se munir de la vis CHC M3x25 (1) et de son écrou nylstop (2) ;
- La plaque est équipée d'un trou en son centre (le fraisage n'est utilisé que pour la configuration "double-vitrage") :
- Placer la sonde extérieure (ici représentée en vert) sur la face du plexiglass équipée de la bande périphérique (3) ;
- Placer la sonde intérieure (représentée en rouge) sur l'autre face ;
- Fixer les deux sondes à l'aide de la vis CHC M3x25 et de son écrou nylstop, attention à ne pas trop serrer l'écrou !

2 : Pose du vitrage

Le vitrage peut s'enlever et se remettre facilement même lorsque le sous-système est à l'intérieur du volet.

- Poser la plaque équipée des sondes avec sa bande périphérique vers l'extérieur.
- Le câble de la sonde extérieure doit passer par la petite ouverture du haut (ci-après).

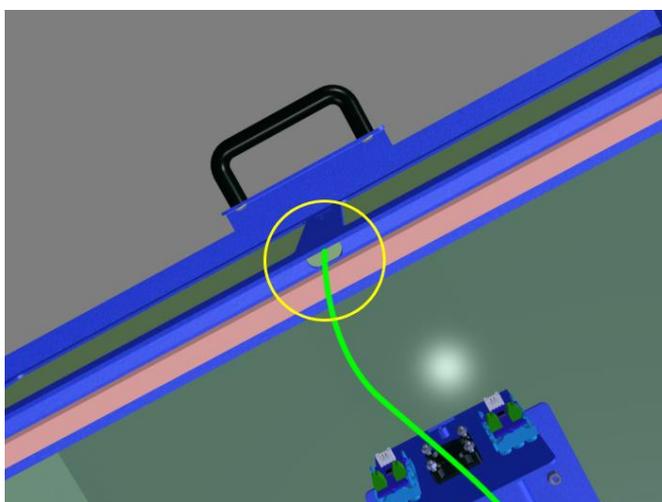


3 : Passage du câble de la sonde « extérieure »

Le châssis est muni d'une petite ouverture sur sa partie haute (ci-contre cerclée de jaune) :

Lorsque la plaque de plexiglass est en place, il faut glisser le connecteur de la sonde extérieure et son câble par cette ouverture.

En relevant légèrement la plaque du côté avant de l'enceinte et en l'inclinant, il est possible de récupérer les câbles des sondes pour les connecter à la carte (ci-après).

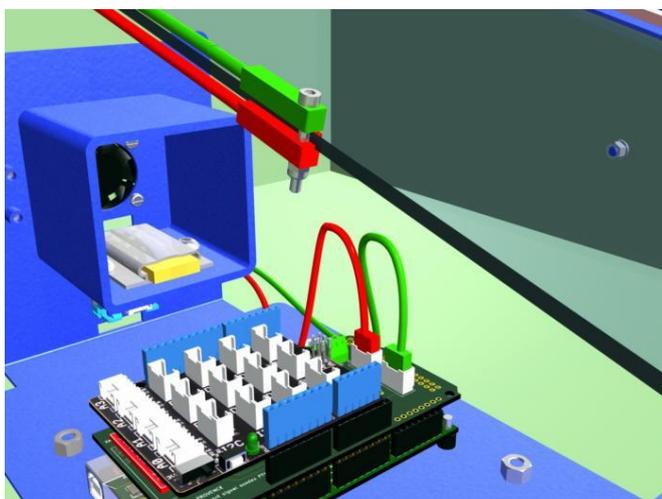


4 : Connexion des sondes

Cette vue montre une coupe de la plaque de plexiglass avec ses deux sondes PT 1000 en place (verte pour la sonde extérieure rouge pour la sonde intérieure).

Les deux sondes se raccordent sur la carte de traitement "DIDASTEL" en « J1 » et « J2 ».

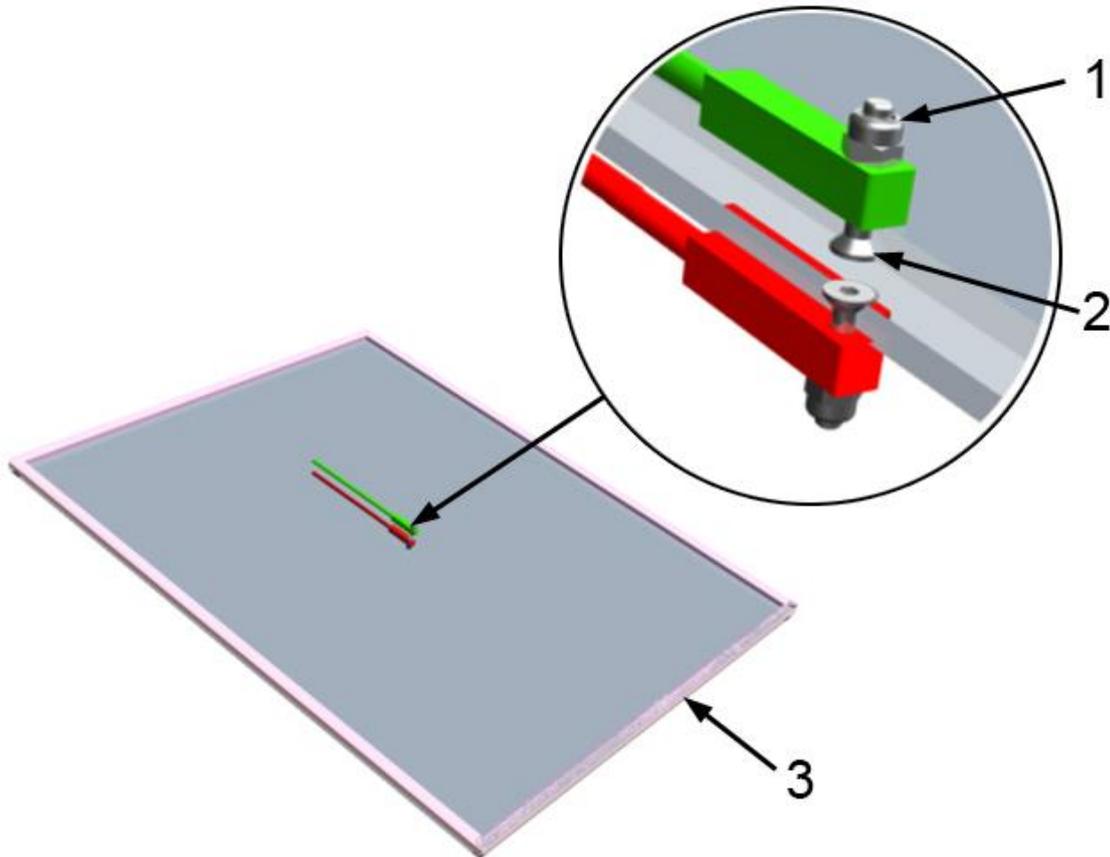
- La sonde intérieure (rouge) se raccorde sur J1 et l'extérieure (verte) se raccorde sur J2.



4.4 DOUBLE VITRAGE ET SONDES RESISTIVES

1 : Montage des sondes de contact « intérieure » et « extérieure »

Lorsque l'enceinte est utilisée avec deux plaques de plexiglass (simulation double vitrage), les deux sondes résistives doivent être fixer en regard l'une de l'autre comme ci-dessous.

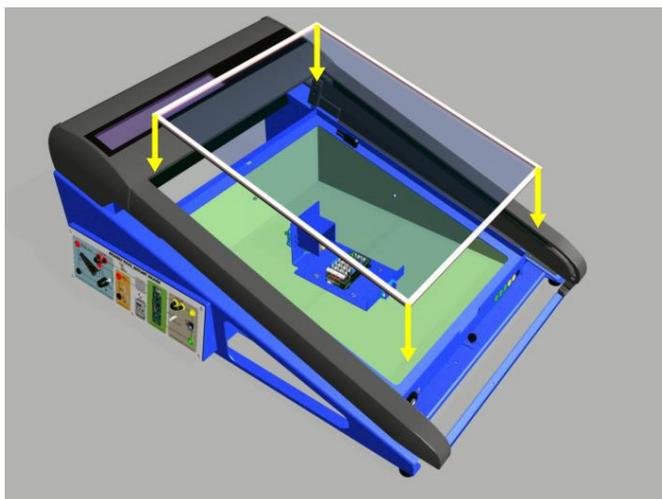


- Se munir des deux FHC M3x16 (1) et de leurs écrous nylstop (2) ;
- Les plaques de plexiglass sont équipées d'un trou fraisé en leur centre. Une plaque est équipée d'une bande périphérique et l'autre n'en possède pas.
- Fixer la sonde extérieure (ici représentée en vert) sur la plaque qui n'a pas de bande périphérique (sur la face opposée au fraisage du trou) à l'aide d'une vis FHC M3x16 et de son écrou (ne pas trop serrer l'écrou) ;
- Fixer la sonde intérieure (représentée en rouge) sur la plaque qui comporte une bande périphérique, sur la face opposée au fraisage du trou.
- Assembler les deux plaques pour former le double vitrage : Sonde intérieure (rouge) vers l'intérieur de l'enceinte et sonde extérieure (verte) vers l'extérieur.

2 : Pose du double vitrage

Le vitrage peut s'enlever et se remettre facilement même lorsque le sous-système est à l'intérieur du volet.

- Poser l'assemblage double-vitrage équipée des sondes sur le châssis.
- Le câble de la sonde extérieure doit passer par la petite ouverture du haut (ci-après).

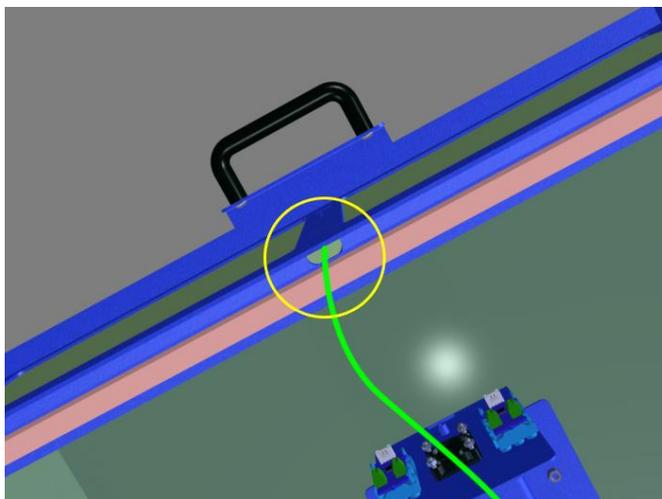


3 : Passage du câble de la sonde « extérieure »

Le châssis est muni d'une petite ouverture sur sa partie haute (ci-contre cerclée de jaune) :

Lorsque la plaque de plexiglass est en place, il faut glisser le connecteur de la sonde extérieure et son câble par cette ouverture.

En relevant légèrement la plaque du côté avant de l'enceinte et en l'inclinant, il est possible de récupérer les câbles des sondes pour les connecter à la carte (ci-après).

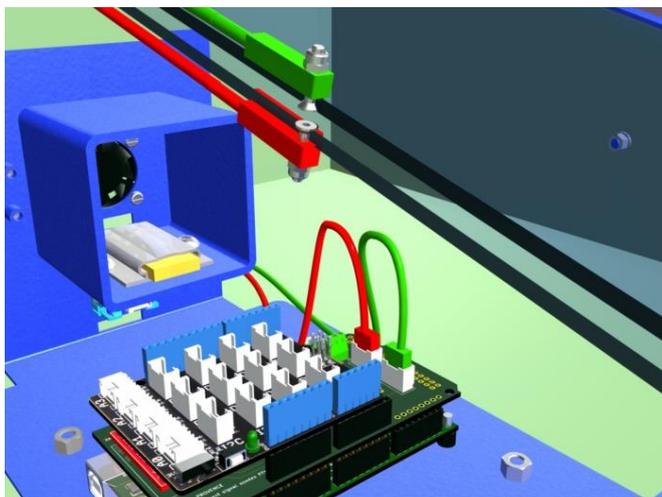


4 : Connexion des sondes

Cette vue montre une coupe des 2 plaques de plexiglass avec les deux sondes PT 1000 en place (verte pour la sonde extérieure rouge pour la sonde intérieure).

Les deux sondes se raccordent sur la carte de traitement "DIDASTEL" en « J1 » et « J2 ».

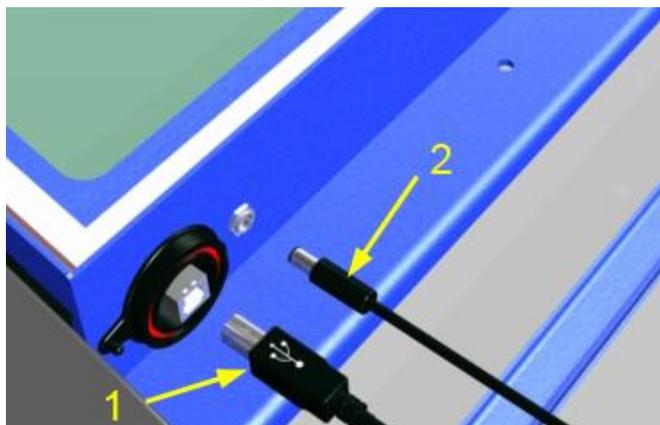
- La sonde intérieure (rouge) se raccorde sur J1 et l'extérieure (verte) se raccorde sur J2.



4.5 CONNEXION INTERFACE PC

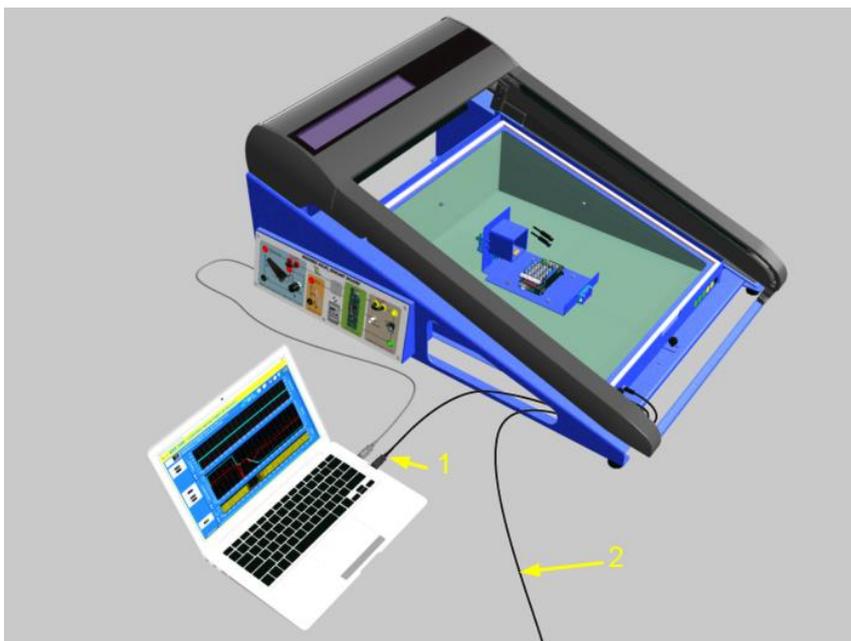
1 : A l'avant du sous-système

- Connecter le câble de liaison USB (1) sur la prise USB-B prévue à cet effet ;
- Brancher l'alimentation 12V fournie (2) sur le connecteur situé à droite de la prise USB.



2 : Passage des câbles et raccordement au PC

- Passer les câbles qui sont raccordés au sous-système (1 et 2) par le côté du châssis du volet roulant solaire (dans la grande ouverture à droite du pupitre de mesure du volet) pour ne pas les coincer avec les lames du volet quand celui-ci est en position fermée;
- Raccorder la liaison USB (1) sur un port USB du PC ;
- Raccorder l'alimentation 12V (2) au secteur.



Utilisation de l'Interface PC :

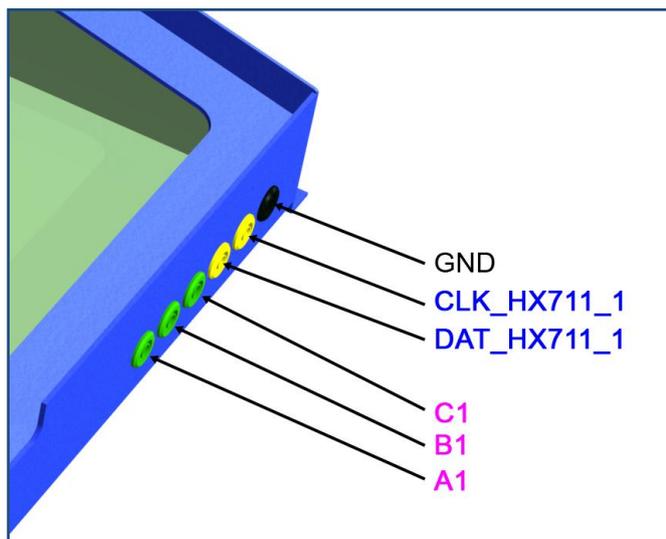
Consulter le manuel de l'interface PC pour son installation et son utilisation.

4.6 DOUILLES DE MESURES

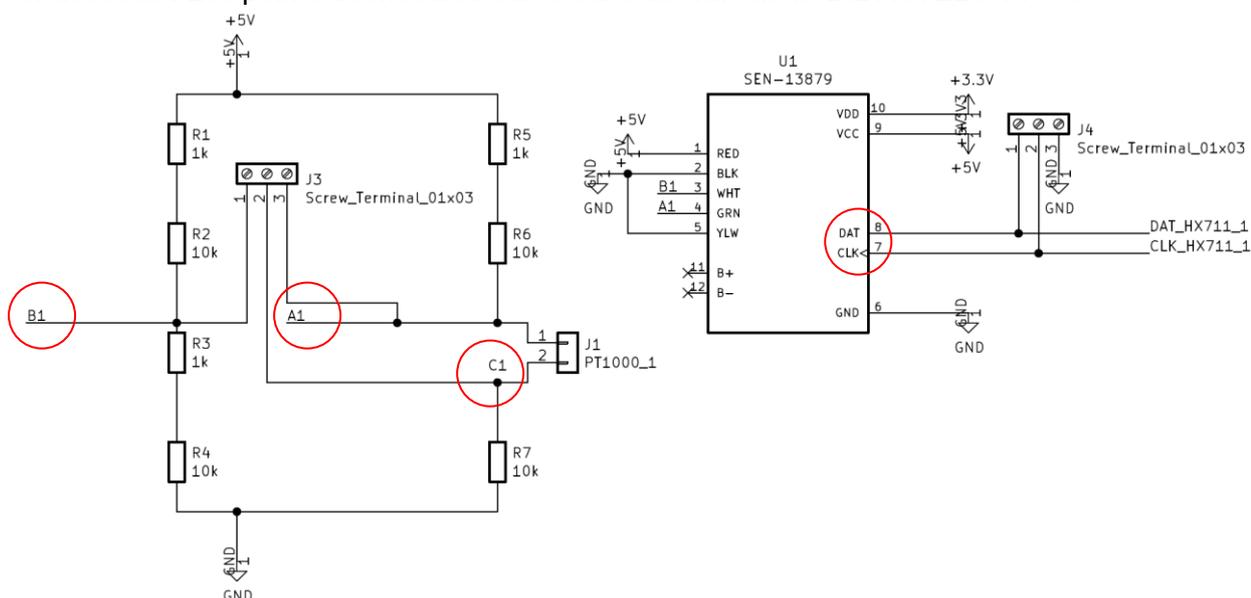
Les douilles situées en face-avant permettent d'effectuer des mesures au niveau de la chaîne de conditionnement de la sonde résistive de température intérieure (Sonde PT1000 n°1). Elles sont câblées sur la carte de traitement DIDASTEL PT1000.

- Les douilles vertes sont câblées au niveau du « Pont de Wheastone » (signal analogique A1, B1, C1) ;
- Les douilles jaunes sont câblées en sortie du module d'amplification HX711 (signal numérique CLK et DAT) ;
- La douille noire est câblée au GND.

Ci-contre :
Affectation des douilles de mesures (voir schéma ci-dessous)



Ci-dessous : Les points de mesures sur la carte de traitement DIDASTEL PT1000



ATTENTION : Points de mesures non protégés !
Utiliser exclusivement une sonde différentielle !



EN SAVOIR PLUS



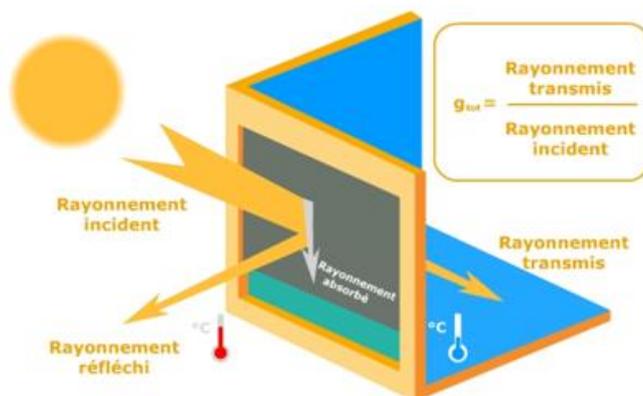


5.1 Le facteur solaire « G »

Le rayonnement solaire qui atteint une surface vitrée est réfléchi, transmis et absorbé dans des proportions variables suivant la nature du vitrage.

Le facteur solaire, dit facteur g représente la proportion du flux énergétique transmise par le vitrage.

Sa valeur est un coefficient compris entre 0 et 1 (Il s'exprime également en pourcentage du rayonnement reçu) et est déterminé par la somme du rayonnement transmis, et celle du rayonnement absorbé puis retransmis vers l'intérieur par le vitrage.



Le facteur solaire mesure donc la contribution d'un vitrage à l'échauffement de la pièce. **Plus le facteur solaire est petit, plus les apports solaires sont faibles.**

Une protection solaire, pour être efficace, doit avoir un facteur solaire $g \leq 0,30$.

Les performances thermiques et visuelles des protections solaires sont caractérisées par la **norme EN 14501** "Fermetures et stores – Confort thermique et lumineux – Caractérisation des performances, et classification".

Classes de facteur solaire total g_{tot} (selon EN 14501)

Classe	g_{tot}^1	Evaluation
4	$g_{tot} < 0,10$	Très bon effet
3	$0,10 \leq g_{tot} < 0,15$	Bon effet
2	$0,15 \leq g_{tot} < 0,35$	Effet modéré
1	$0,35 \leq g_{tot} < 0,50$	Peu d'effet
0	$g_{tot} \geq 0,50$	Très peu d'effet

La norme EN 14501 a également défini quatre vitrages (tableau ci-dessous) de référence servant au calcul du facteur solaire total. Les performances de ces quatre vitrages sont présentées ci-dessous.

Propriétés des vitrages de référence (selon EN 14501)

Vitrage	U^2	g^3
A : simple vitrage clair	5,8	0,85
B : double vitrage isolant	2,9	0,76
C : double vitrage isolant faiblement émissif	1,2	0,59
D : double vitrage isolant avec contrôle solaire	1,1	0,32

² Coefficient de transmission thermique du vitrage seul (W/m^2K)

³ Facteur solaire du vitrage seul

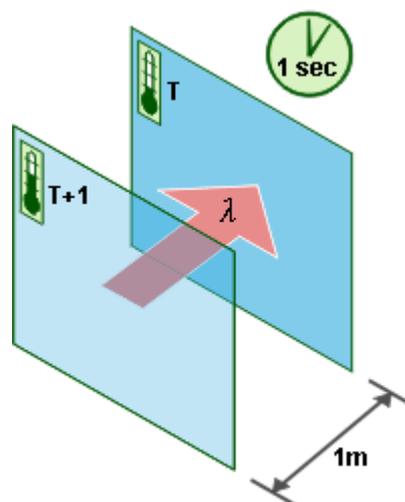
5.2 La conductivité thermique

La conductivité thermique (λ) est une caractéristique propre à chaque matériau. Elle indique la quantité de chaleur qui se propage par conduction thermique :

- en 1 seconde,
- à travers 1 m² d'un matériau,
- épais d'un 1 m,
- lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 K (1 K = 1 °C).

La conductivité thermique s'exprime en W/mK.

Plus la conductivité thermique est élevée, plus le matériau est conducteur de chaleur. Plus elle est faible, plus le produit est isolant.



Ce coefficient n'est valable que pour les matériaux homogènes.

Il n'a pas de sens pour les matériaux hétérogènes au travers desquels la chaleur se propage en même temps par conduction, convection et rayonnement.

Le coefficient de conductivité thermique λ d'un matériau varie en fonction de la température et de l'humidité de celui-ci.

Les documentations technico commerciales des matériaux devront donc préciser avec la valeur du λ les conditions dans lesquelles cette valeur est obtenue (et utilisable !). On tâchera de s'approcher des valeurs normales d'utilisation (Température entre 10 °C et 20 °C).

Chaque matériau possède une conductivité thermique propre.

Un matériau est considéré comme isolant si : $\lambda < 0,060$ W/m.K.

Ci-contre :

Conductivité des matériaux en W/mK

	sec	hum.	
Matériaux isolants	0,028		polyuréthane
	0,040		laine minérale, liège
	0,058		vermiculite
	0,065		perlite
Bois et dérivés	0,17	0,19	feuillus durs
	0,12	0,13	résineux
Maçonneries	0,27	0,41	briques 700-1000 kg/m ³
	0,54	0,75	briques 1000-1600 kg/m ³
	0,90	1,1	briques 1600-2100 kg/m ³
Verre	1,0	1,0	
Béton armé	1,7	2,2	
Pierres naturelles	1,40	1,69	tuft, pierre tendre
	2,91	3,49	granit, marbres
Métaux		45	acier
		203	aluminium
		384	cuivre

5.3 La résistance thermique

La résistance thermique est la capacité d'un matériau à freiner le flux de chaleur. Elle est notée " R ".

Pour les matériaux homogènes, la résistance thermique est :

$$R = e / \lambda$$

e : épaisseur du matériau en : m ;
 λ : conductivité du matériau en : W/m.K.
 R : résistance thermique en : m².K/W

L'intérêt de cette grandeur est qu'elle dépend de l'épaisseur du matériau (contrairement à la conductivité thermique).

C'est cette valeur qui est mise en avant par les fabricants de matériaux à travers un étiquetage normalisé de leur produit.

On retrouve sur cette étiquette (ci-contre) :

- 1 : Le logo CE et le nom du fabricant ;
- 2 : La résistance thermique (**ici 2,30**), la conductivité (**ici 0,032**) et la résistance au feu (**A1**) ;
- 3 : Le logo ACERMI (Association pour la Certification des Matériaux isolants) : il s'agit d'une certification, obligatoire sur tous les produits d'isolation thermique depuis mars 2003. Elle atteste les qualités techniques de l'isolant fourni par le fabricant.



5.4 Les sondes de température résistives « RTD »

Une sonde de température résistive (à éléments résistifs) ou "RTD", mesure la force électromotrice pour déterminer la température.

La sonde de température PT1000 est constituée d'un filament de platine (Pt), entourant une tige de verre ou non, dont la caractéristique est de changer de résistance en fonction de la température. Leur résistivité est de 1000 ohms pour 0 °C, elle augmente en même temps que la température. Il en existe de plusieurs tailles et formes en fonction de l'utilisation.

5.4.1 Un peu d'histoire

La même année que Seebeck découvrit la thermo-electricité (1821) Humphrey Davy annonça que la résistivité des métaux montrait une dépendance marquée à la température. Cinquante ans après, William Siemens utilise du platine dans un thermomètre à résistance. Son choix propice est prouvé par l'utilisation du platine comme élément principal dans les thermomètres à résistance de grande précision. En fait, le capteur de température à résistance de platine, ou PRTD (Platinum Resistance Temperature Detector), est employé aujourd'hui du point triple de l'hydrogène (-259,34 °C) au point de congélation de l'argent (961,78°C). Le platine convient particulièrement, car il peut supporter cette grande plage de températures tout en maintenant une excellente stabilité et une altération quasiment nulle.

En 1932, C.h. **Meyers** proposa la construction d'un capteur de température à résistance (RTD) (Figure 1) composé d'un enroulement hélicoïdal de platine sur un support croisé de mica, le tout à l'intérieur d'un tube de verre. Ce système réduit au minimum la contrainte sur le fil tout en maximisant la résistance. Bien que cette construction produise un élément très stable, le contact thermique entre le platine et le point à mesurer est de mauvaise qualité avec, comme conséquence, un temps de réponse thermique important. La fragilité de la structure limite, aujourd'hui, son utilisation à celle d'un outil de laboratoire.

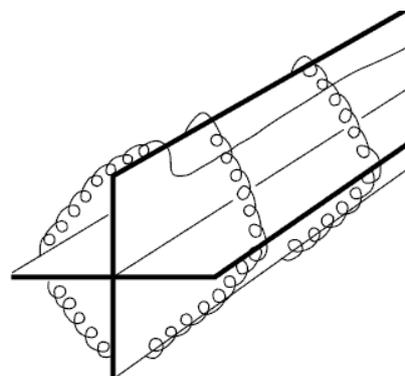


Figure 1 : MEYERS

Un autre outil de laboratoire a remplacé la conception de Meyer. C'est l'élément en « cage d'oiseau » (Figure 2) proposé par Evans et Burns. Les contraintes induites de résistance provoquées par le temps et la température sont ainsi réduites au minimum et la « cage d'oiseau » devint la norme de laboratoire. Sa structure fragile et sa sensibilité aux vibrations ne la destine pas aux environnements industriels.

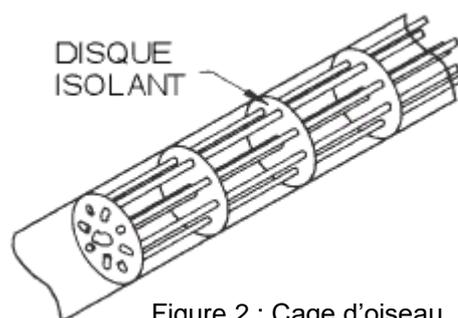


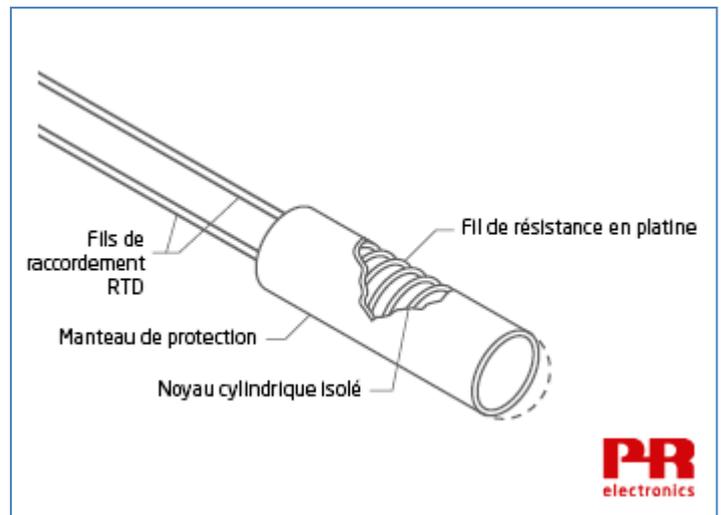
Figure 2 : Cage d'oiseau

5.4.2 Les différents types de RTD

RTD à fil enroulé

Dans un RTD à fil enroulé, un fil de résistance est enroulé autour d'un noyau non conducteur, qui est généralement en céramique. Le fabricant du capteur coupe soigneusement la longueur du fil de résistance pour obtenir la résistance spécifiée à 0°C. Celle-ci est appelée résistance "R0".

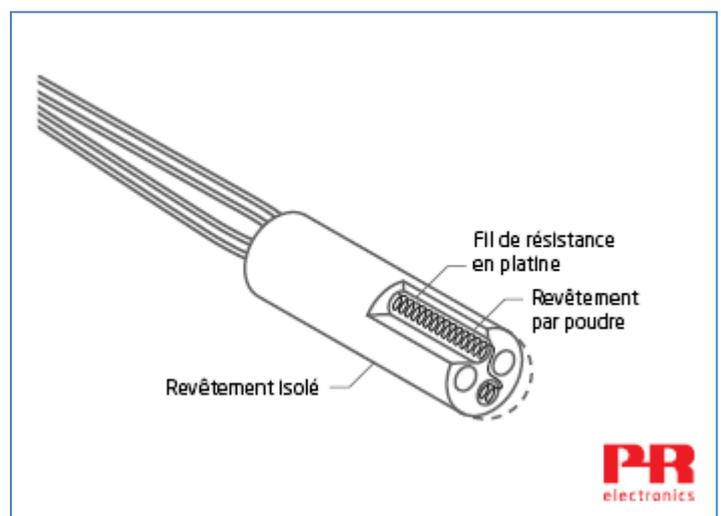
Ensuite, des fils conducteurs sont attachés au fil de résistance, puis un revêtement de verre ou de céramique est appliqué sur le fil pour le protéger. Lorsque la température augmente, la longueur du fil de résistance augmente légèrement. Lors de la conception, il faut veiller à ce que le fil de résistance ne se torde ou ne se déforme pas à mesure que la température augmente. Cela s'explique par le fait que la contrainte mécanique entraîne une modification de la résistance du fil.



Les RTD utilisés par les laboratoires d'étalonnage et de normalisation éliminent cette source d'erreur en enroulant de façon lâche un fil de résistance autour d'une structure de support non conductrice. **Ce type de RTD peut être extrêmement précis, mais il est fragile et ne convient pas à la plupart des applications industrielles.**

RTD à élément spiralé

Dans un RTD à élément spiralé, le fil de résistance est enroulé en petites bobines qui s'insèrent librement dans une forme céramique et qui est ensuite remplie de poudre non conductrice. Le fil de résistance peut se détendre et se contracter en fonction des variations de température, minimisant ainsi les erreurs causées par les contraintes mécaniques. La poudre augmente le taux de transfert de chaleur dans les bobines, améliorant ainsi le temps de réponse.

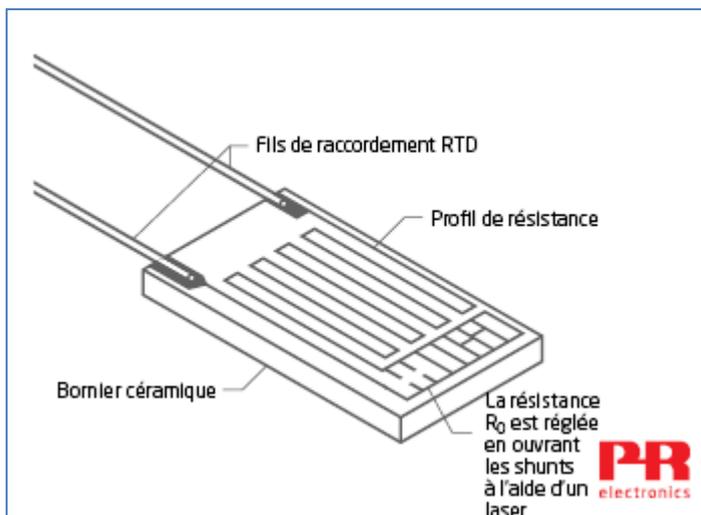


Les RTD à élément spiralé sont généralement protégés par une gaine métallique et **sont utilisés dans des applications industrielles.**

RTD à couche mince

Les RTD à couche mince sont produits en série et coûtent moins cher que les autres types de RTD. Ils sont plus petits et ont un temps de réponse plus rapide que les autres, ce qui est souhaitable dans de nombreuses applications. Ils sont réalisés en déposant une fine couche de platine sur une base céramique.

Le fabricant ajuste la résistance à 0°C en ouvrant des shunts parallèles dans la trajectoire à l'aide d'un faisceau laser. Plus le nombre de shunts ouverts est grand, plus la résistance à 0°C est élevée.



Les RTD à couche mince ne sont pas aussi précis que les autres types, car :

- La résistance R_0 ne peut pas être réglée aussi précisément que dans les autres types.
- La base en céramique et le revêtement en platine ont des taux de dilatation légèrement différents. Cela engendre une erreur de déformation à des températures plus élevées.
- Comme les RTD à couche mince sont plus petites, le courant d'excitation du RTD provoque une erreur légèrement plus élevée en raison de l'auto-échauffement du RTD.

5.4.3 Les différents métaux utilisés

Type de RTD	Plage de mesure maximale	Stabilité à long terme	Résistance à la corrosion	Linéarité de température vs linéarité de résistance	Résistance typique à 0°C	Résistance typique à 100°C	Changement de résistance 0...100°C	Rapport de résistance (R ₁₀₀ -R ₀)/R ₀	Coefficient de température Alpha (α) (R ₁₀₀ -R ₀)/(100 x R ₀)
Platine	-200...850°C	Excellent	Excellent	Bon	100 Ω	138,5 Ω	38,5 Ω	0,385	0,00385
Nickel	-80...260°C	Assez bon	Bon	Assez bon	120 Ω	200,64 Ω	80,64 Ω	0,672	0,00672
Cuivre	-200...260°C	Bon	Assez bon	Excellent	9,035 Ω	12,897 Ω	3,86 Ω	0,427	0,00427

Le coefficient de température normalisé DIN 43760 du fil de platine est : $\alpha = 0.00385$. Pour une résistance de 100 ohms à 0 °C, ceci correspond à + 0,385 ohm par °C qui est la pente moyenne de 0°C à 100°C. Il existe une grande variété de RTD qui ont des coefficients α différents et des valeurs ohmiques à 0°C précisés dans leurs caractéristiques techniques.

Le RTD le plus utilisé est celui ayant un coefficient α de 0.00385 et une valeur ohmique à 0°C de 100 Ω.

RTD en platine

Les RTD en platine sont le type de RTD le plus couramment utilisé dans les applications industrielles. En effet, le platine possède une excellente résistance à la corrosion, une excellente stabilité à long terme et mesure une large gamme de températures (-200...+850°C).

RTD en nickel

Les RDT en nickel sont moins chers que ceux en platine et présentent une bonne résistance à la corrosion. Cependant, le nickel vieillit plus rapidement avec le temps et perd de sa précision à des températures plus élevées. Le nickel est limité à une plage de mesure de -80...+260°C.

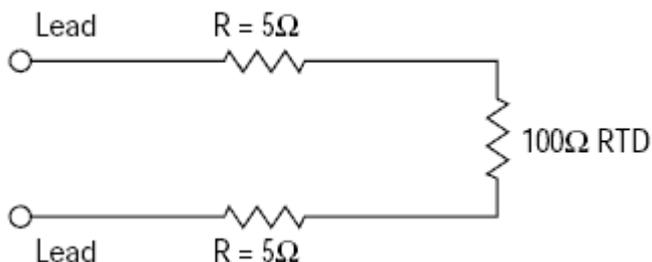
RTD en cuivre

Les RTD en cuivre ont la meilleure résistance à la linéarité de températures parmi les trois types de RTD. De plus, le cuivre est un matériau peu coûteux. Cependant, le cuivre s'oxyde à des températures plus élevées. Le cuivre est limité à une plage de mesure de -200...+260°C.

5.4.4 Mesure de la résistance

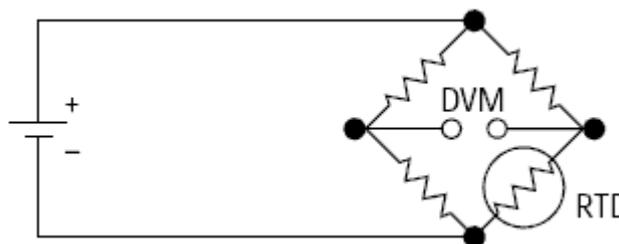
Impédance

La pente et la valeur absolue sont de petits nombres, particulièrement quand nous considérons le fait que les fils de mesure reliés à la sonde peuvent être de plusieurs ohms ou même dizaines d'ohms. Une petite impédance de fil peut contribuer à une erreur significative de notre mesure de la température (ci-contre).



Pont de Wheatstone

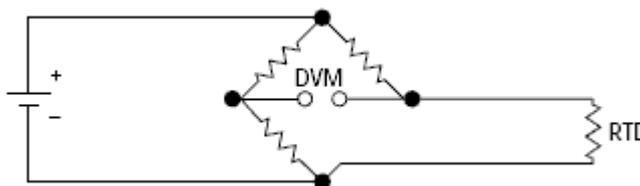
Une impédance de fil de 10 ohms implique une erreur de $10/0,385$ soit environ 26°C dans ce cas une des méthodes pour éviter ce problème est l'utilisation d'un moyen de mesure en pont (ci-contre).



La mesure par un pont, ici un pont de Wheatstone, est une indication indirecte de la résistance du RTD. Le pont nécessite quatre fils de raccordement, une source extérieure et trois résistances qui ont un coefficient de température nul.

Pont à trois fils

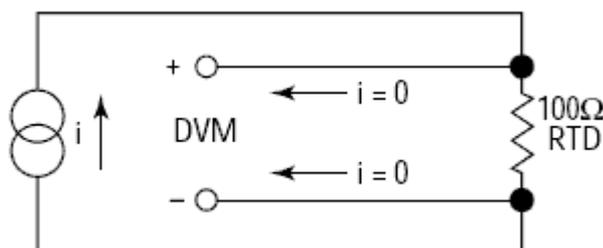
Pour éviter de soumettre les trois résistances du pont à la même température que le RTD, on sépare celle-ci du pont par une paire de fils de liaison (ci-contre). Ces fils recréent le problème que nous avons eu précédemment : L'impédance des fils de liaison affecte la lecture de la température.



Cet effet peut être réduit au minimum en employant une configuration de pont à trois fils (figure 8). Si les fils A et B sont de la même longueur, leurs effets d'impédance s'annuleront parce que chacun est dans une partie opposée du pont. Le troisième fil, C, agit comme mesure dans lequel il ne circule aucun courant. Le pont de Wheatstone représenté à la (figure 8) crée un rapport non linéaire entre le changement de résistance et le changement de tension de mesure du pont. Ceci nécessite une équation additionnelle pour convertir la tension de mesure du pont en impédance équivalente du RTD.

Mesure à quatre fils

La meilleure technique est d'utiliser une source de courant connu et de mesurer, à distance, la tension aux bornes du RTD. Comme aucun courant ne circule dans les fils de mesure de tension, il n'y a aucune chute de tension donc, aucune erreur de mesure de résistance. La tension lue sur le voltmètre est directement proportionnelle à la valeur de la résistance du RTD.



Les trois résistances du pont sont remplacées par une résistance de référence permettant de connaître avec précision le courant généré (ci-contre). L'inconvénient est de nécessiter un fil de plus que le pont à 3 fils. C'est un petit prix à payer pour obtenir avec exactitude la mesure de la résistance.

5.4.5 Calcul de la température

À la fin du XIXe siècle, Callendar a défini une simple équation quadratique décrivant la relation résistance/température pour le platine.

Plus tard, van Dusen a découvert qu'il fallait ajouter un coefficient supplémentaire au-dessous de zéro.

Cette équation est connue sous le nom de **Callendar-van Dusen abrégée CvD**. Si le certificat de la sonde indique les coefficients R_0 , A , B , C , il s'agit des coefficients normalisés par la norme IEC 60751 selon l'équation CvD. Le coefficient C n'est utilisé qu'en dessous de 0 °C , il peut donc être absent si la sonde n'a pas été calibrée pour des températures négatives.

Il est aussi possible de trouver les coefficients R_0 , α , δ et β . Ils correspondent à la forme historique de l'équation CvD toujours utilisée de nos jours.

Pour des températures $< 0\text{ °C}$, la résistance RTD à une température donnée est :

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3]$$

Pour les températures $\geq 0\text{ °C}$, la résistance RTD à une température donnée est :

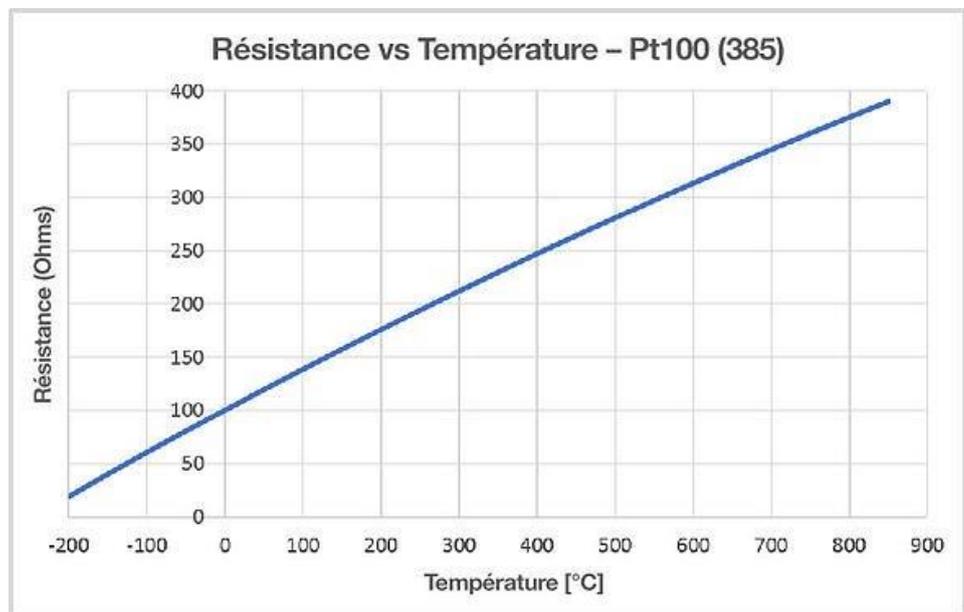
$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

Les coefficients A , B , C et α , δ , β sont propres à chaque RTD.

Les valeurs suivantes s'appliquent aux RTD conformes aux normes CEI 60751 et ASTM E1137:

$$\begin{aligned} A &= 3,9083 \times 10^{-3} \\ B &= -5,775 \times 10^{-7} \\ C &= -4,183 \times 10^{-12} \\ \alpha &= 3,85 \times 10^{-3} * \\ \beta &= 1,5\text{ °C} \\ \delta &= 0,1086 \end{aligned}$$

Ci-contre :
Résistance d'une
PT100 en fonction de
la température



Coefficient de température (PT100) :

* « α » est la constante « Alpha ». Alpha est le rapport de résistance/100 :

$$\alpha = (R_{100} - R_0) / (100 \times R_0)$$

L'alpha d'un RTD en platine conforme à la norme CEI 60751 est :

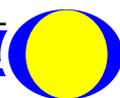
$$(138,5 - 100) / (100 \times 100) = 0,00385$$



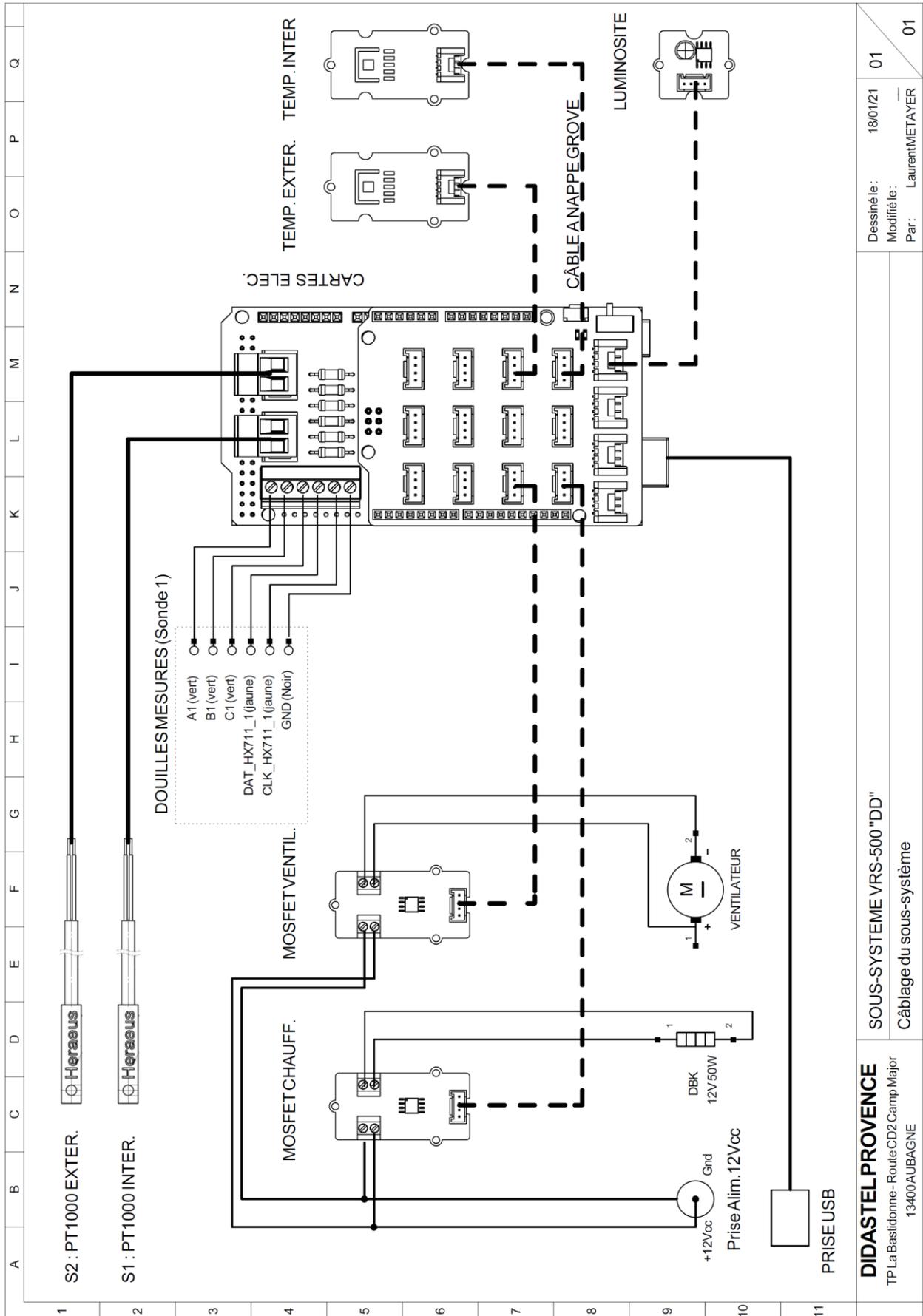


ANNEXES



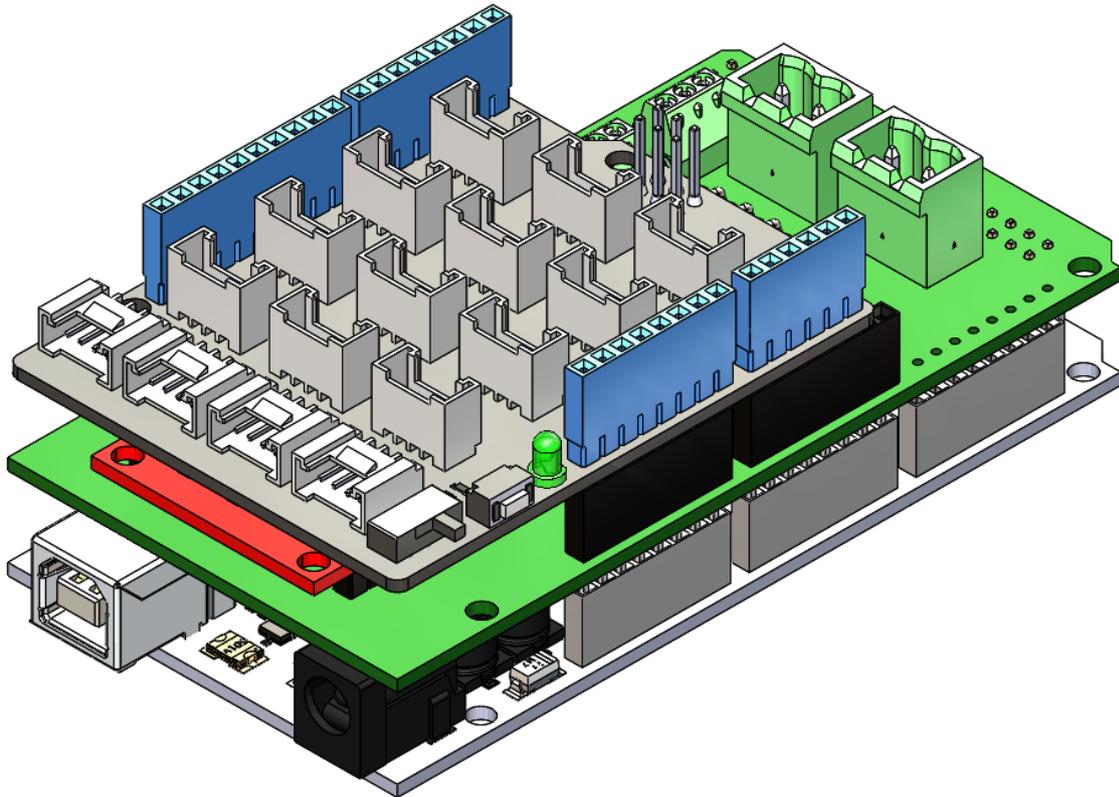


6.1 Schéma électrique sous-système



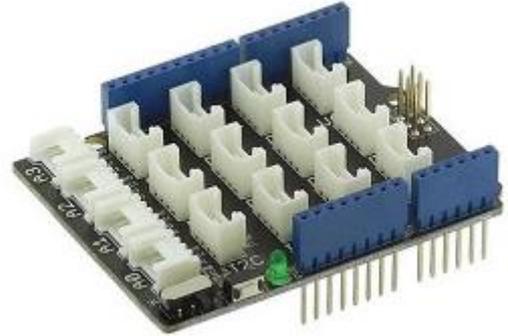
DIDASTEL PROVENCE TP La Bastidonne - Route CD2 Camp Major 13400 AUBAGNE	SOUS-SYSTEME VRS-500 "DD" Câblage du sous-système		Dessiné le : 18/01/21 Modifié le : Par : Laurent METAYER	01 / 01

6.2 Ensemble cartes électroniques



6.2.1 Carte Grove Base shield

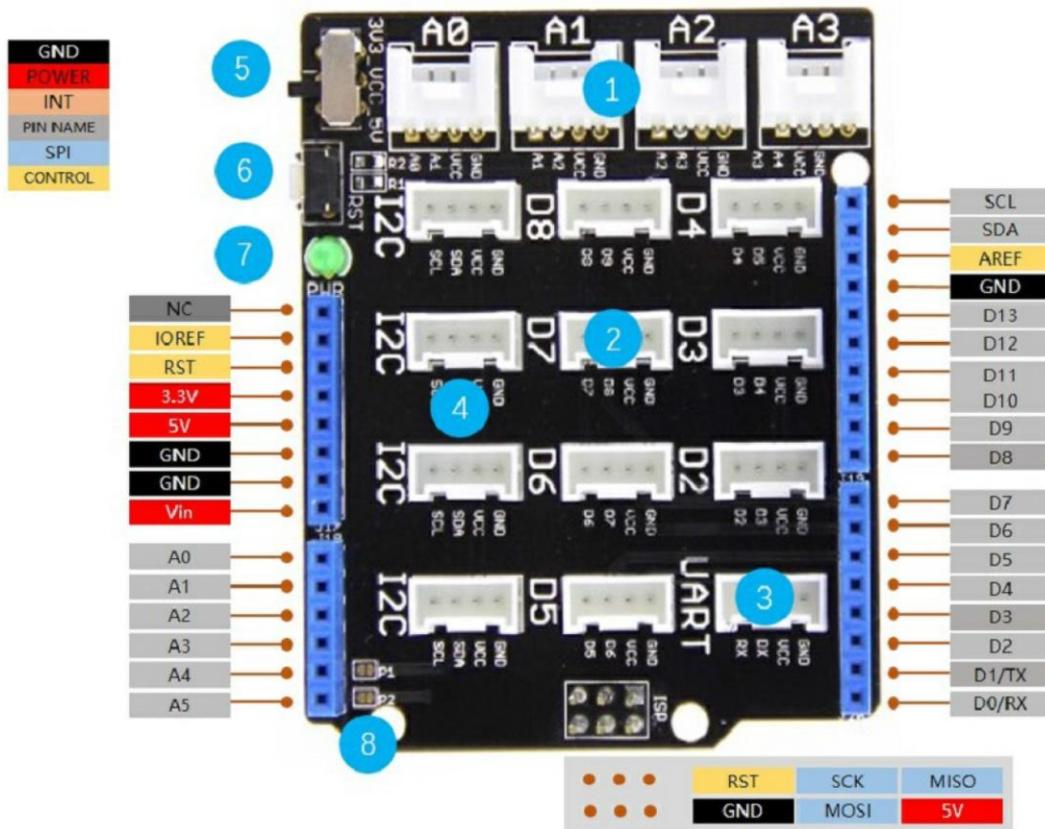
Le module « Grove Base Shield » est une carte d'interface permettant de raccorder facilement, rapidement et sans soudeure les capteurs et les actionneurs « Grove » sur une carte compatible Arduino. Il est compatible notamment avec les cartes Arduino Uno, Leonardo, Seeeduino, etc.



Cette carte comporte un sélecteur le rendant compatible avec les microcontrôleurs 3,3 ou 5 Vcc.

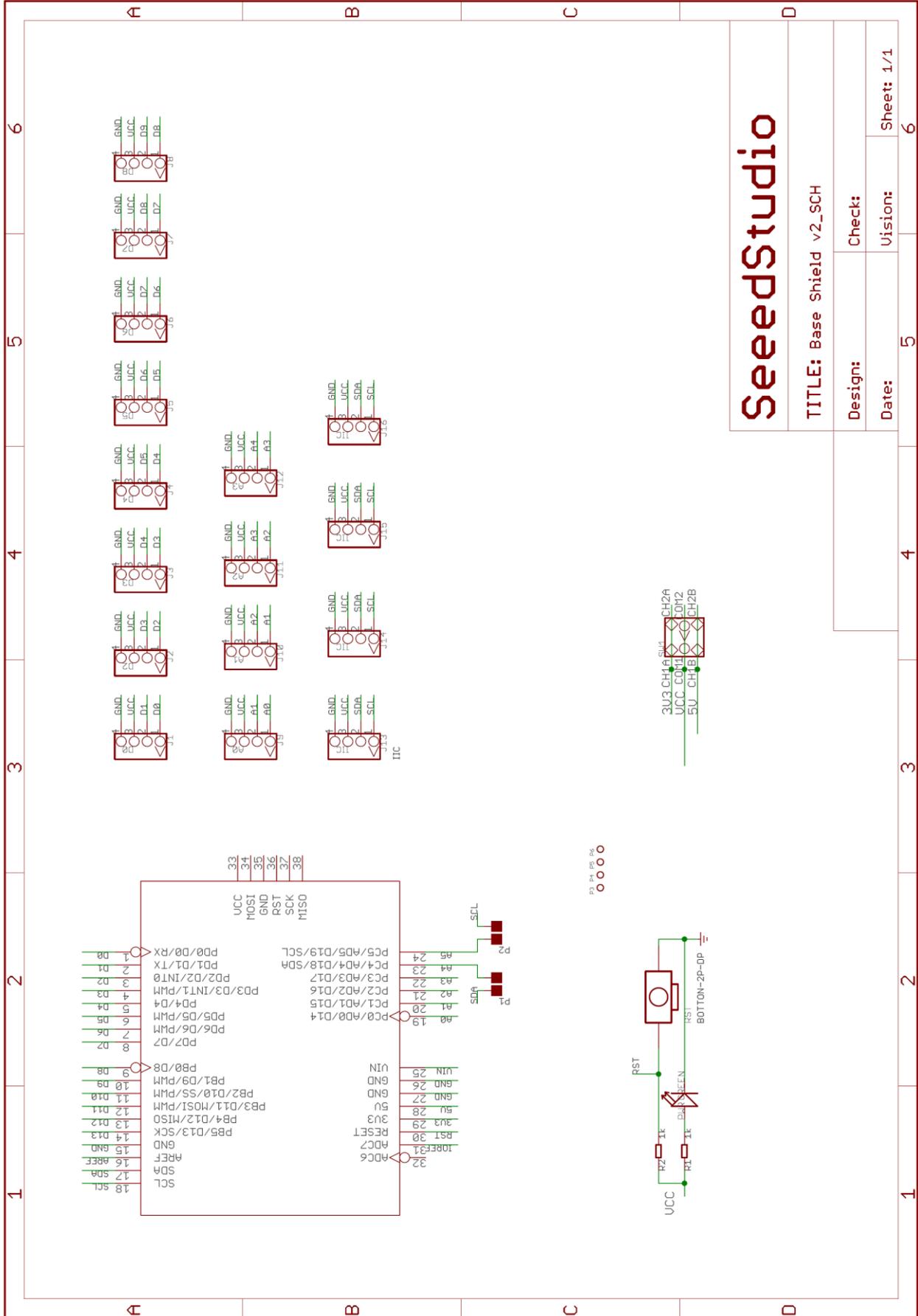
Elle est équipée de 16 connecteurs 4 broches dont 4 entrées analogiques, 7 entrées-sorties logiques, 4 interfaces I2C et 1 interface UART.

Affectation des pins et connecteurs :

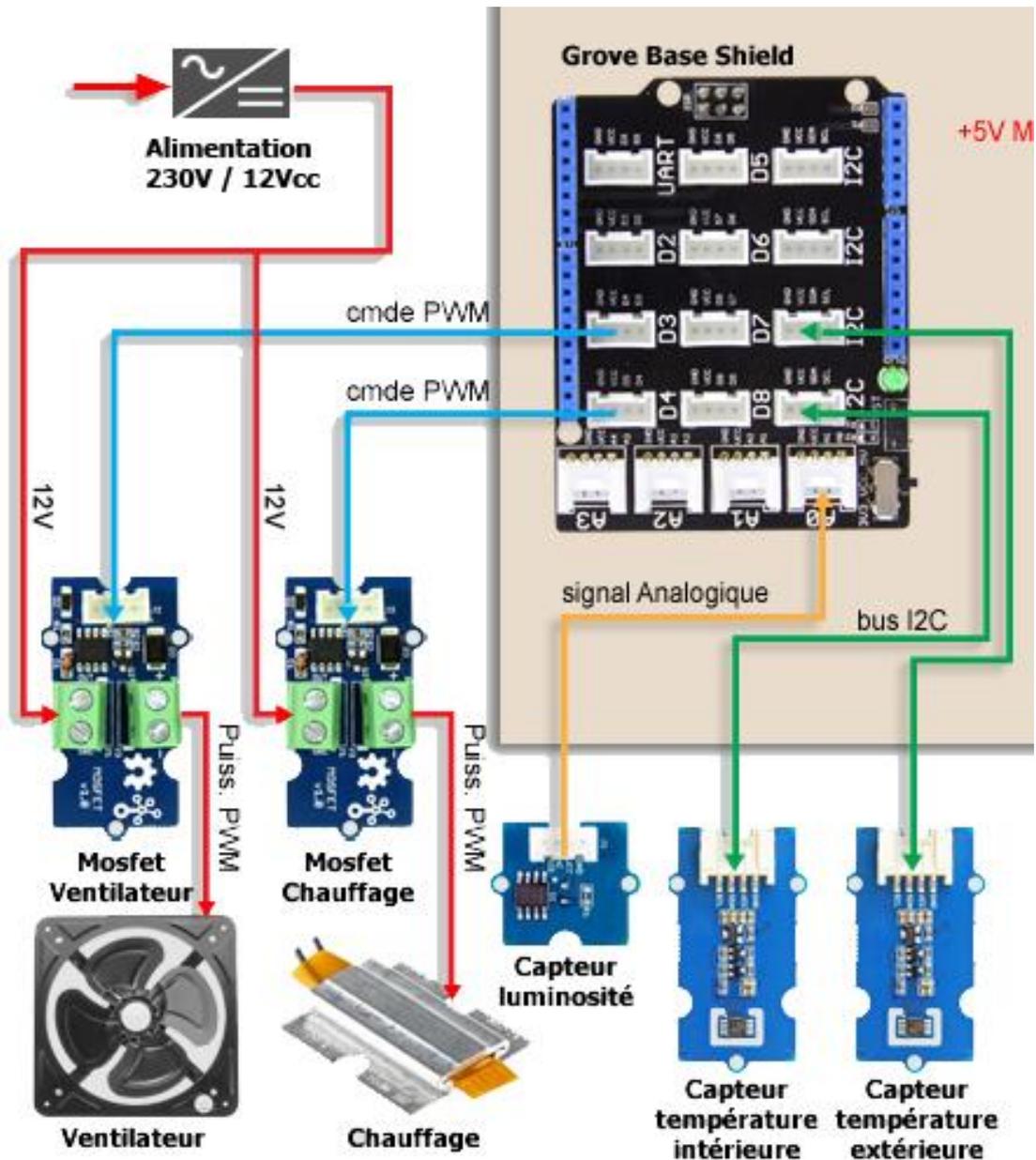


- **1-Analog Ports:** include 4 analog ports, A0, A1, A2 and A3.
- **2-Digital Ports:** include 7 digital ports, D2, D3, D4, D5, D6, D7 and D8.
- **3-UART Port:** 1 UART port.
- **4-I2C Ports:** 4 I2C ports.
- **5-Power Switch:** when using Arduino UNO with Base Shield v2, please turn the switch to 5v position; While using Seeeduino Arch with Base Shield v2, please turn the switch to 3.3v.
- **6-Reset Button:** reset the arduino board.
- **7-PWR LED:** The Green LED turns on when power on.
- **8-P1, P2:** please solder the pads, P1 and P2 if use Base Shield v2 with Seeeduino V3.
- **Dimension:** 2.1 * 2.7 inch

Schéma :



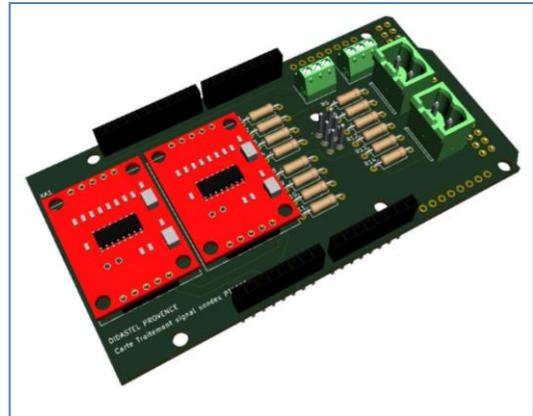
Raccordement des modules « Grove » :



6.2.2 Carte DIDASTEL PT1000

La carte DIDASTEL PT1000 est dédiée au conditionnement du signal des deux sondes de températures résistives de type PT1000.

Cette carte comporte deux étages identiques (sonde 1 et sonde 2) comprenant chacun un **pont de Wheastone** dont le signal analogique est amplifié puis converti en numérique par un module « HX711 » (en rouge sur la vue ci dessus).



Détail d'un étage de mesure en pont de Wheastone :

Le pont de Wheastone est alimenté en 5V par la carte Arduino MEGA ;
 La sonde de température est raccordée entre les points A et C ;
 Les points A et B du pont sont raccordés sur les entrées A- et A+ du module amplificateur HX711 (voir schéma du HX711 ci-après).

Les douilles de mesures situées en face avant du châssis reprennent les points A, B, C de ce schéma ainsi que les deux sorties numériques (CLK et DAT) du module HX711 qui traite la sonde 1

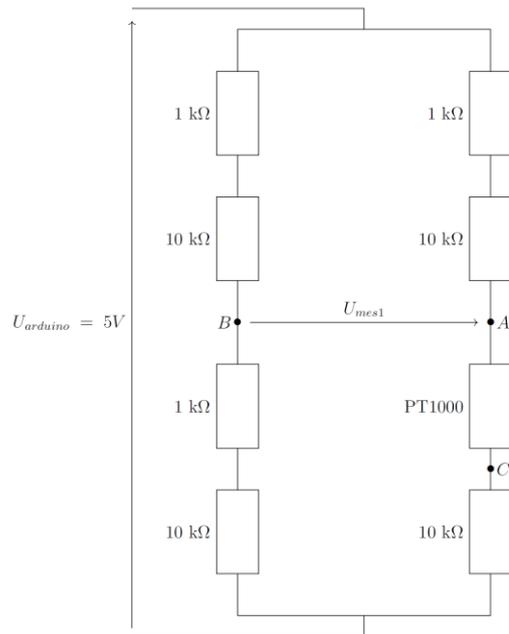


Schéma d'un module HX711 :

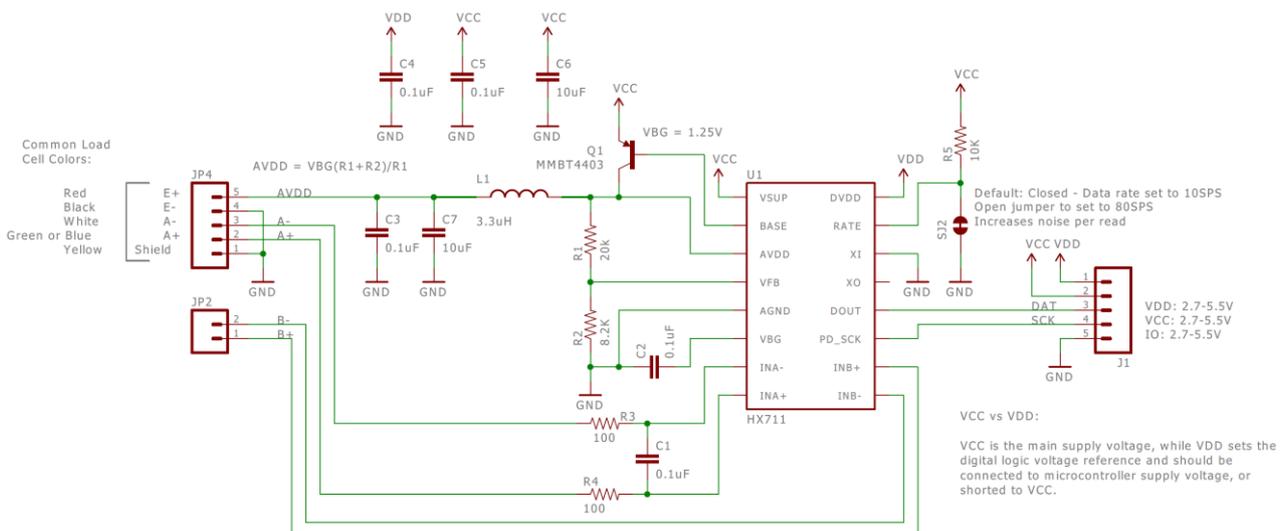
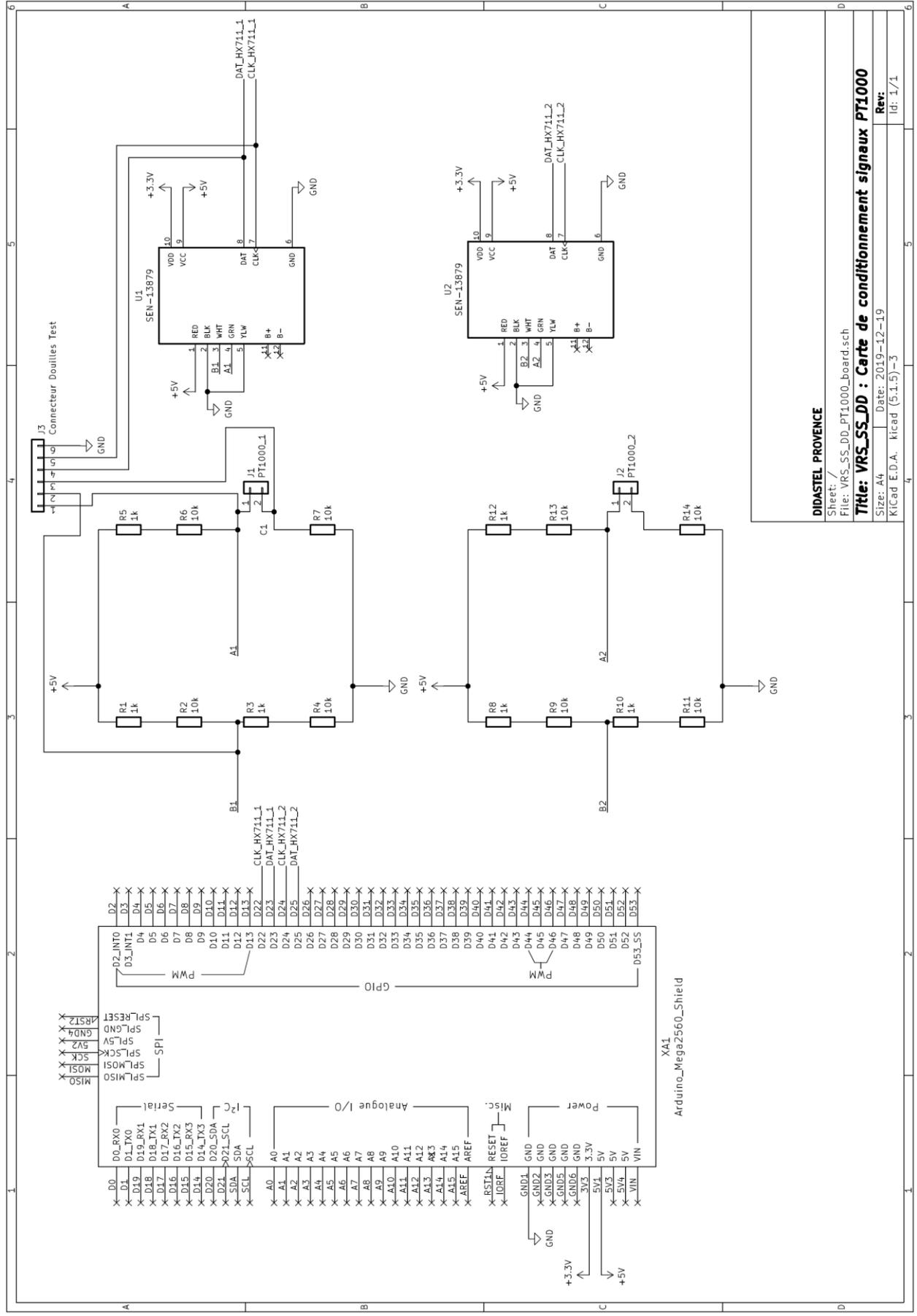


Schéma de la carte DIDASTEL PT1000



DIDASTEL PROVENCE

Sheet: /
File: VRS_SS_DD_PT1000_board.sch

Title: VRS_SS_DD : Carte de conditionnement signaux PT1000

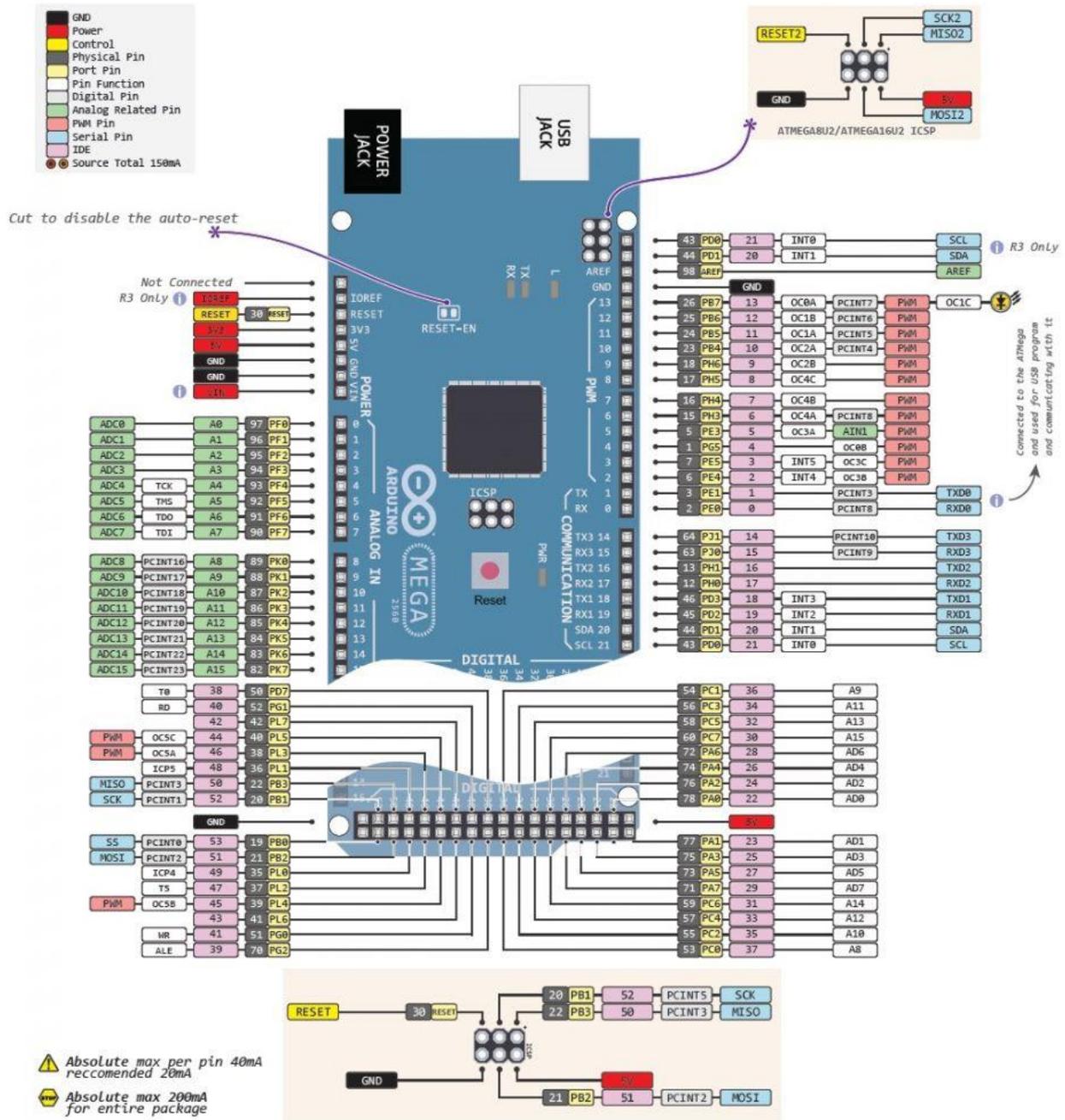
Size: A4 Date: 2019-12-19

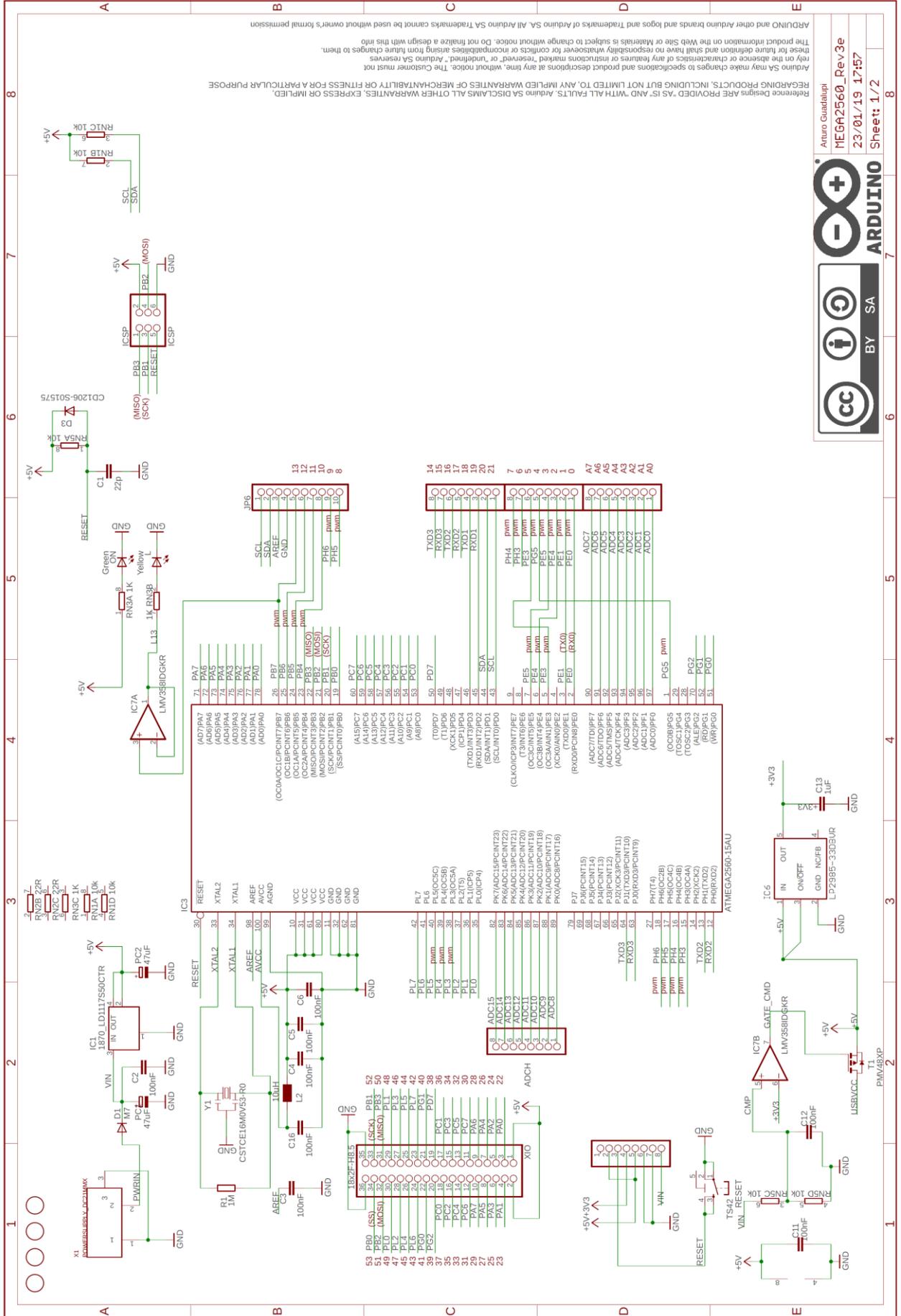
Rev:

Id: 1/1

KiCad E.D.A. kicad (5.1.5)-3

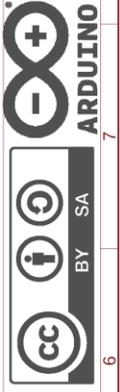
6.2.3 Carte Arduino MEGA

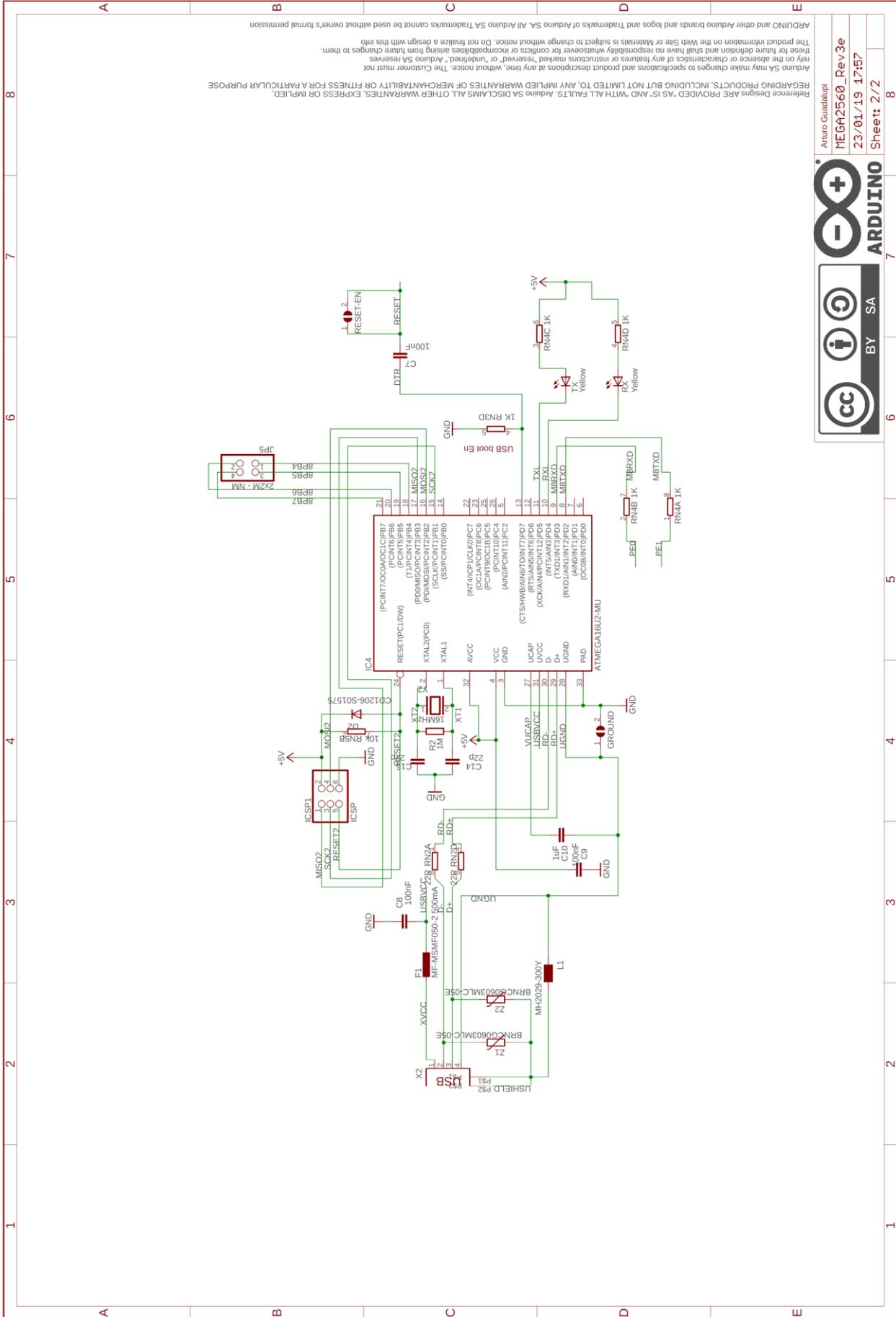




Reference Designs Are PROVIDED "AS IS" AND WITH ALL FAULTS. Arduino SA DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Arduino SA may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined". Arduino SA reserves the right to change without notice. Do not finalize a design with this info. Arduino SA and other Arduino brands and Trademarks cannot be used without owner's formal permission.

Arturo Guadalupe
MEGA2560_Rev3e
 23/01/19 17:57
 Sheet: 1/2





Revisions Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND WITH ALL FAULTS. Arduino SA DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this info. Arduino SA may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined". Arduino SA reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. Arduino and other Arduino brands and logos and Trademarks of Arduino SA. All Arduino SA Trademarks cannot be used without owner's formal permission.

Arturo Guadalupe
MEGA2560_Rev3e
 23/01/19 17:57
 Sheet: 2/2

ARDUINO
 BY SA

6.3 Sonde de température résistive PT1000

Heraeus

W-SZK, Platinum Surface Temperature Sensor according to DIN EN 60751

Temperature range -20 °C to +110 °C

The Pt-RTD element is fully enclosed in a molded polypropylene housing. Integrated thru-hole allows for easy mounting via a screw, rivet, etc. and is particularly suitable for surface measurements. Preferred applications include temperature measurement in gaseous media as well as in heating and air conditioning technology. The housing material is largely resistant to greases, organic and inorganic bases and alkalis (medium concentration).

Nominal Resistance R_0	Tolerance	Order Number
100 Ohm at 0 °C	F 0.3 (Class B)	31 600 393
1000 Ohm at 0 °C	F 0.3 (Class B)	30 504 002

Temperature range and coefficient

TCR = 3850 ppm/K

Connection Wire

PVC jacket, PVC primary insulation
2 x 0.22mm² (24AWG) x 2.5 m long
Color: black

Housing

Molded fiber-reinforced polypropylene
Color: black

Response time

t₀₅ = 9s
t₀₉ = 70s
(measured on copper block at 156 °C)

Application

- Heating, ventilating, and air-conditioning
- Data logging
- General purpose temperature sensing R_0 -Drift

Features

- Rugged molded polypropylene housing
- Abrasion-resistant jacketed cable
- Versatile, multi-purpose design
- Available in Pt100 or Pt1000 resistance values
- +110 °C maximum operating temperature

Options

Wire length
Resistance value
Connectors

Resistance vs Temperature Table

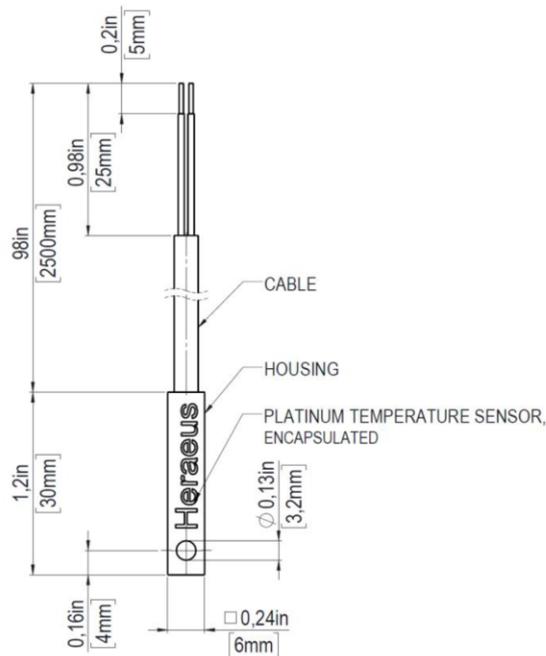
Reference table @ www.heraeus.com/technical-information



The information provided in this data sheet describes certain technical characteristics of the product, but shall not be qualified or construed as quality guarantee (Beschaffenheitsgarantie) in the meaning of sections 443 and 444 German Civil Code. The information provided in this data sheet regarding measurement values (including, but not limited to, response time, long-term stability, vibration and shock resistance, insulation resistance and self-heating) are average values that have been obtained under laboratory conditions in tests of large numbers of the product. Product results or measurements achieved by customer or any other person in any production, test, or other environment may vary depending on the specific conditions of use. The customer is solely responsible to determine whether the product is suited for the customer's intended use; in this respect Heraeus cannot assume any liability. The sale of any products by Heraeus is exclusively subject to the General Terms of Sale and Delivery of Heraeus in their current version at the time of purchase, which is available under www.heraeus.com/gtc or may be furnished upon request. This data sheet is subject to changes without prior notice.

Heraeus Nexensos GmbH, Reinhard-Heraeus-Ring 23, 63801 Kleinostheim, Germany
Web: www.heraeus-nexensos.com

Status: 10/2019



California Proposition 65



WARNING:

This product can expose you to chemicals including lead oxide, which is known to the State of California to cause cancer and birth defects or other reproductive harm, and including cobalt oxide, nickel, cobalt and carbon black, which are known to the State of California to cause cancer. For more information go to www.p65warnings.ca.gov.

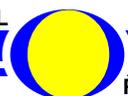


Table de conversion sonde PT 1000 :

Heraeus

Resistance value according to DIN EN 60751

$$t \geq 0 \quad R(t) = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2) \quad t < 0 \quad R(t) = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100^\circ\text{C}) \cdot t^3)$$

with

$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$$

with

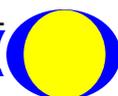
$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \cdot 10^{-12} \text{ }^\circ\text{C}^{-4}$$

Nominal value: 1000 Ω

Temperature in $^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-200	185,20	189,52	193,84	198,15	202,47	206,77	211,08	215,38	219,67	223,97
-190	228,25	232,54	236,82	241,10	245,38	249,65	253,92	258,19	262,45	266,71
-180	270,96	275,22	279,47	283,71	287,96	292,20	296,43	300,67	304,90	309,13
-170	313,35	317,57	321,79	326,01	330,22	334,43	338,64	342,84	347,04	351,24
-160	355,43	359,63	363,82	368,00	372,19	376,37	380,55	384,72	388,89	393,06
-150	397,23	401,40	405,56	409,72	413,88	418,03	422,18	426,33	430,48	434,62
-140	438,76	442,90	447,04	451,17	455,31	459,44	463,56	467,69	471,81	475,93
-130	480,05	484,16	488,28	492,39	496,49	500,60	504,70	508,81	512,91	517,00
-120	521,10	525,19	529,28	533,37	537,46	541,54	545,62	549,70	553,78	557,86
-110	561,93	566,00	570,07	574,14	578,21	582,27	586,33	590,39	594,45	598,50
-100	602,56	606,61	610,66	614,71	618,76	622,80	626,84	630,88	634,92	638,96
-90	643,00	647,03	651,06	655,09	659,12	663,15	667,17	671,20	675,22	679,24
-80	683,25	687,27	691,29	695,30	699,31	703,32	707,33	711,34	715,34	719,34
-70	723,35	727,35	731,34	735,34	739,34	743,33	747,32	751,31	755,30	759,29
-60	763,28	767,26	771,25	775,23	779,21	783,19	787,17	791,14	795,12	799,09
-50	803,06	807,03	811,00	814,97	818,94	822,90	826,87	830,83	834,79	838,75
-40	842,71	846,66	850,62	854,57	858,53	862,48	866,43	870,38	874,32	878,27
-30	882,22	886,16	890,10	894,04	897,98	901,92	905,86	909,80	913,73	917,67
-20	921,60	925,53	929,46	933,39	937,32	941,24	945,17	949,09	953,02	956,94
-10	960,86	964,78	968,70	972,61	976,53	980,44	984,36	988,27	992,18	996,09
0	1000,00	1003,91	1007,81	1011,72	1015,62	1019,53	1023,43	1027,33	1031,23	1035,13
10	1039,03	1042,92	1046,82	1050,71	1054,60	1058,50	1062,39	1066,27	1070,16	1074,05
20	1077,94	1081,82	1085,70	1089,59	1093,47	1097,35	1101,23	1105,10	1108,98	1112,86
30	1116,73	1120,60	1124,47	1128,35	1132,22	1136,08	1139,95	1143,82	1147,68	1151,55
40	1155,41	1159,27	1163,13	1166,99	1170,85	1174,70	1178,56	1182,41	1186,27	1190,12
50	1193,97	1197,82	1201,67	1205,52	1209,36	1213,21	1217,05	1220,90	1224,74	1228,58
60	1232,42	1236,26	1240,10	1243,93	1247,77	1251,60	1255,43	1259,26	1263,09	1266,92
70	1270,75	1274,58	1278,40	1282,23	1286,05	1289,87	1293,70	1297,52	1301,33	1305,15
80	1308,97	1312,78	1316,60	1320,41	1324,22	1328,03	1331,84	1335,65	1339,46	1343,26
90	1347,07	1350,87	1354,68	1358,48	1362,28	1366,08	1369,88	1373,67	1377,47	1381,26
100	1385,06	1388,85	1392,64	1396,43	1400,22	1404,01	1407,79	1411,58	1415,36	1419,14
110	1422,93	1426,71	1430,49	1434,26	1438,04	1441,82	1445,59	1449,37	1453,14	1456,91
120	1460,68	1464,45	1468,22	1471,98	1475,75	1479,51	1483,28	1487,04	1490,80	1494,56
130	1498,32	1502,08	1505,83	1509,59	1513,34	1517,10	1520,85	1524,60	1528,35	1532,10
140	1535,84	1539,59	1543,33	1547,08	1550,82	1554,56	1558,30	1562,04	1565,78	1569,52
150	1573,25	1576,99	1580,72	1584,45	1588,18	1591,91	1595,64	1599,37	1603,10	1606,82
160	1610,54	1614,27	1617,99	1621,71	1625,43	1629,15	1632,86	1636,58	1640,30	1644,01
170	1647,72	1651,43	1655,14	1658,85	1662,56	1666,27	1669,97	1673,68	1677,38	1681,08



Temperature in °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
180	1684,78	1688,48	1692,18	1695,88	1699,58	1703,27	1706,97	1710,66	1714,35	1718,04
190	1721,73	1725,42	1729,11	1732,79	1736,48	1740,16	1743,84	1747,52	1751,20	1754,88
200	1758,56	1762,24	1765,91	1769,59	1773,26	1776,93	1780,60	1784,27	1787,94	1791,61
210	1795,28	1798,94	1802,60	1806,27	1809,93	1813,59	1817,25	1820,91	1824,56	1828,22
220	1831,88	1835,53	1839,18	1842,83	1846,48	1850,13	1853,78	1857,43	1861,07	1864,72
230	1868,36	1872,00	1875,64	1879,28	1882,92	1886,56	1890,19	1893,83	1897,46	1901,10
240	1904,73	1908,36	1911,99	1915,62	1919,24	1922,87	1926,49	1930,12	1933,74	1937,36
250	1940,98	1944,60	1948,22	1951,84	1955,45	1959,07	1962,68	1966,29	1969,90	1973,51
260	1977,12	1980,73	1984,33	1987,94	1991,54	1995,15	1998,75	2002,35	2005,95	2009,54
270	2013,14	2016,74	2020,33	2023,93	2027,52	2031,11	2034,70	2038,29	2041,88	2045,46
280	2049,05	2052,63	2056,22	2059,80	2063,38	2066,96	2070,54	2074,11	2077,69	2081,27
290	2084,84	2088,41	2091,98	2095,55	2099,12	2102,69	2106,26	2109,82	2113,39	2116,95
300	2120,52	2124,08	2127,64	2131,20	2134,75	2138,31	2141,87	2145,42	2148,97	2152,52
310	2156,08	2159,63	2163,17	2166,72	2170,27	2173,81	2177,36	2180,90	2184,44	2187,98
320	2191,52	2195,06	2198,60	2202,13	2205,67	2209,20	2212,73	2216,26	2219,79	2223,32
330	2226,85	2230,38	2233,90	2237,43	2240,95	2244,47	2247,99	2251,51	2255,03	2258,55
340	2262,06	2265,58	2269,09	2272,61	2276,12	2279,63	2283,14	2286,64	2290,15	2293,66
350	2297,16	2300,67	2304,17	2307,67	2311,17	2314,67	2318,17	2321,66	2325,16	2328,65
360	2332,14	2335,64	2339,13	2342,62	2346,11	2349,59	2353,08	2356,56	2360,05	2363,53
370	2367,01	2370,49	2373,97	2377,45	2380,93	2384,40	2387,88	2391,35	2394,82	2398,29
380	2401,76	2405,23	2408,70	2412,17	2415,63	2419,10	2422,56	2426,02	2429,48	2432,94
390	2436,40	2439,86	2443,31	2446,77	2450,22	2453,67	2457,13	2460,58	2464,03	2467,47
400	2470,92	2474,37	2477,81	2481,25	2484,70	2488,14	2491,58	2495,02	2498,45	2501,89
410	2505,33	2508,76	2512,19	2515,62	2519,06	2522,49	2525,91	2529,34	2532,77	2536,19
420	2539,62	2543,04	2546,46	2549,88	2553,30	2556,72	2560,13	2563,55	2566,96	2570,38
430	2573,79	2577,20	2580,61	2584,02	2587,43	2590,83	2594,24	2597,64	2601,05	2604,45
440	2607,85	2611,25	2614,65	2618,04	2621,44	2624,83	2628,23	2631,62	2635,01	2638,40
450	2641,79	2645,18	2648,57	2651,95	2655,34	2658,72	2662,10	2665,48	2668,86	2672,24
460	2675,62	2679,00	2682,37	2685,75	2689,12	2692,49	2695,86	2699,23	2702,60	2705,97
470	2709,33	2712,70	2716,06	2719,42	2722,78	2726,14	2729,50	2732,86	2736,22	2739,57
480	2742,93	2746,28	2749,63	2752,99	2756,33	2759,68	2763,03	2766,38	2769,72	2773,07
490	2776,41	2779,75	2783,09	2786,43	2789,77	2793,11	2796,44	2799,78	2803,11	2806,44
500	2809,78	2813,11	2816,43	2819,76	2823,09	2826,42	2829,74	2833,06	2836,38	2839,71
510	2843,03	2846,34	2849,66	2852,98	2856,29	2859,61	2862,92	2866,23	2869,54	2872,85
520	2876,16	2879,47	2882,77	2886,08	2889,38	2892,68	2895,99	2899,29	2902,59	2905,88
530	2909,18	2912,48	2915,77	2919,06	2922,36	2925,65	2928,94	2932,22	2935,51	2938,80
540	2942,08	2945,37	2948,65	2951,93	2955,21	2958,49	2961,77	2965,05	2968,32	2971,60
550	2974,87	2978,14	2981,42	2984,69	2987,95	2991,22	2994,49	2997,75	3001,02	3004,28
560	3007,54	3010,81	3014,07	3017,32	3020,58	3023,84	3027,09	3030,35	3033,60	3036,85
570	3040,10	3043,35	3046,60	3049,85	3053,09	3056,34	3059,58	3062,82	3066,06	3069,30
580	3072,54	3075,78	3079,02	3082,25	3085,49	3088,72	3091,95	3095,18	3098,41	3101,64
590	3104,87	3108,10	3111,32	3114,55	3117,77	3120,99	3124,21	3127,43	3130,65	3133,86
600	3137,08	3140,30	3143,51	3146,72	3149,93	3153,14	3156,35	3159,56	3162,77	3165,97
610	3169,18	3172,38	3175,58	3178,78	3181,98	3185,18	3188,38	3191,57	3194,77	3197,96
620	3201,16	3204,35	3207,54	3210,73	3213,92	3217,10	3220,29	3223,47	3226,66	3229,84
630	3233,02	3236,20	3239,38	3242,56	3245,73	3248,91	3252,08	3255,26	3258,43	3261,60
640	3264,77	3267,94	3271,10	3274,27	3277,44	3280,60	3283,76	3286,92	3290,08	3293,24
650	3296,40	3299,56	3302,71	3305,87	3309,02	3312,18	3315,33	3318,48	3321,63	3324,77
660	3327,92	3331,06	3334,21	3337,35	3340,49	3343,64	3346,77	3349,91	3353,05	3356,19

Temperature in °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
670	3359,32	3362,46	3365,59	3368,72	3371,85	3374,98	3378,11	3381,23	3384,36	3387,49
680	3390,61	3393,73	3396,85	3399,97	3403,09	3406,21	3409,33	3412,44	3415,55	3418,67
690	3421,78	3424,89	3428,00	3431,11	3434,22	3437,32	3440,43	3443,53	3446,63	3449,74
700	3452,84	3455,93	3459,03	3462,13	3465,23	3468,32	3471,41	3474,51	3477,60	3480,69
710	3483,78	3486,86	3489,95	3493,04	3496,12	3499,20	3502,28	3505,37	3508,44	3511,52
720	3514,60	3517,68	3520,75	3523,83	3526,90	3529,97	3533,04	3536,11	3539,18	3542,24
730	3545,31	3548,37	3551,44	3554,50	3557,56	3560,62	3563,68	3566,74	3569,79	3572,85
740	3575,90	3578,96	3582,01	3585,06	3588,11	3591,16	3594,20	3597,25	3600,30	3603,34
750	3606,38	3609,42	3612,46	3615,50	3618,54	3621,58	3624,61	3627,65	3630,68	3633,71
760	3636,74	3639,77	3642,80	3645,83	3648,86	3651,88	3654,91	3657,93	3660,95	3663,97
770	3666,99	3670,01	3673,03	3676,04	3679,06	3682,07	3685,08	3688,10	3691,11	3694,12
780	3697,12	3700,13	3703,14	3706,14	3709,14	3712,15	3715,15	3718,15	3721,15	3724,14
790	3727,14	3730,14	3733,13	3736,12	3739,11	3742,10	3745,09	3748,08	3751,07	3754,06
800	3757,04	3760,02	3763,01	3765,99	3768,97	3771,95	3774,93	3777,90	3780,88	3783,85
810	3786,83	3789,80	3792,77	3795,74	3798,71	3801,68	3804,64	3807,61	3810,57	3813,53
820	3816,50	3819,46	3822,42	3825,37	3828,33	3831,29	3834,24	3837,20	3840,15	3843,10
830	3846,05	3849,00	3851,95	3854,89	3857,84	3860,78	3863,73	3866,67	3869,61	3872,55
840	3875,49	3878,43	3881,36	3884,30	3887,23	3890,16	3893,10	3896,03	3898,96	3901,88
850	3904,81	3907,74	3910,66	3913,59	3916,51	3919,43	3922,35	3925,27	3928,19	3931,10



6.4 Élément chauffant 24V 50W



HP05-06 Surface Heaters

Features

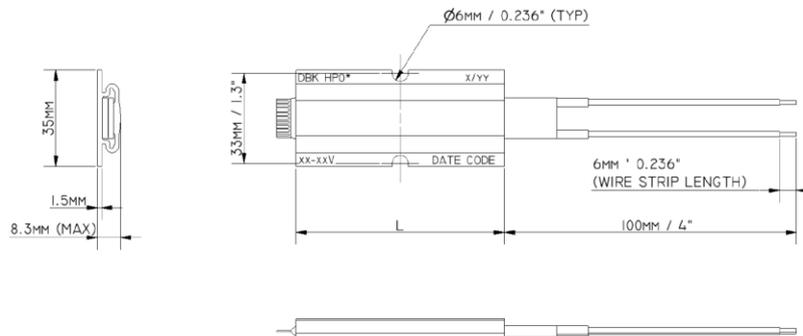
- Compact design
- Extremely forgiving against mishandling
- Highly effective heat transfer provided by the aluminum housing
- Available in different voltage / temperature options

DBK's knowledge of thermal management gives us the experience to guide and support you with your technical challenges - we can manage the complete project from concept to full production release.



Type	Depth	Mounting Face LxW	Voltage / V	Rated Temperature ±10°C / 18°F	Part No
HP05	max 8.3mm 0.327"	40x35mm 1.58x1.38"	12-24	40°C / 104°F	FG14756.1
				100°C / 212°F	FG800015
				140°C / 284°F	FG800071
			100-240	50°C / 122°F	FG14752.0
				70°C / 158°F	FG800046
				90°C / 194°F	FG14754.6
				110°C / 230°F	FG800005
150°C / 302°F	FG15113.5				
200°C / 392°F	FG800137				
HP06	max 8.3mm 0.327"	75x35mm 2.95x1.38"	12-24	40°C / 104°F	FG14762.9
				100°C / 212°F	FG800014
				140°C / 284°F	FG800055
			100-240	50°C / 122°F	FG13550.0
				70°C / 158°F	FG13560.0
				90°C / 194°F	FG14760.3
				110°C / 230°F	FG800016
150°C / 302°F	FG14973.2				
200°C / 392°F	FG800006				

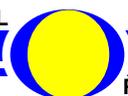
Rated Temperature is the Curie point (CP) of PTC, actual surface temperature may vary, typically approx 20°C (36°F) above CP



Electrical component - please ensure there is sufficient strain relief on installation.

DBK Group
Industrial Thermal Management

Further Information:
www.dbkusa.com



6.5 Ventilateur chauffage



Datasheet OD3010 Series 30x30x10mm (1.18"x1.18"x0.39")

ENGLISH



Frame and Impeller
PBT, UL94V-0 Thermoplastic

Available Options
Tachometer
Locked Rotor Alarm

RS Part Number	Orion Part Number	Speed (RPM)	Airflow (CFM)	Noise (db)	Volts (DC)	Voltage Range	Current (Amps)	Lead Type
5415413	OD3010-12HB	11,000	4	28	12	6~13.8	0.12	Wire

Data Tolerance +/-10%

MOTOR

Brushless DC, polarity protected, locked rotor protected (current limited), auto restart

INSULATION RESISTANCE

Min. 10 M ohms at 500VDC

LIFE EXPECTANCY (L10)

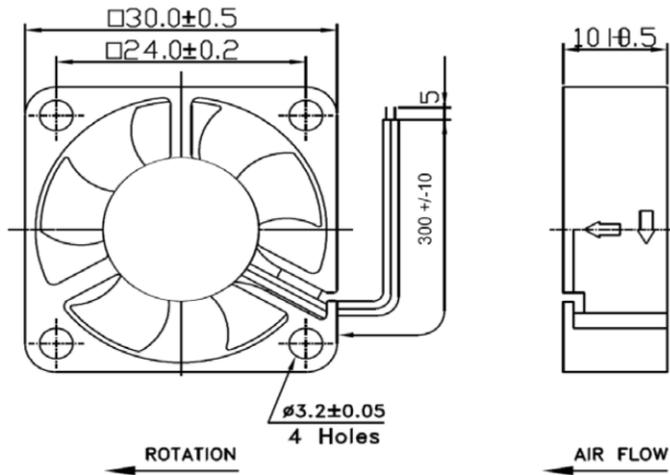
Ball Bearing 60,000 Hours

Operating Temperature

-10C ~ +70C

Safety Approvals

UL/CUL, TUV, CE



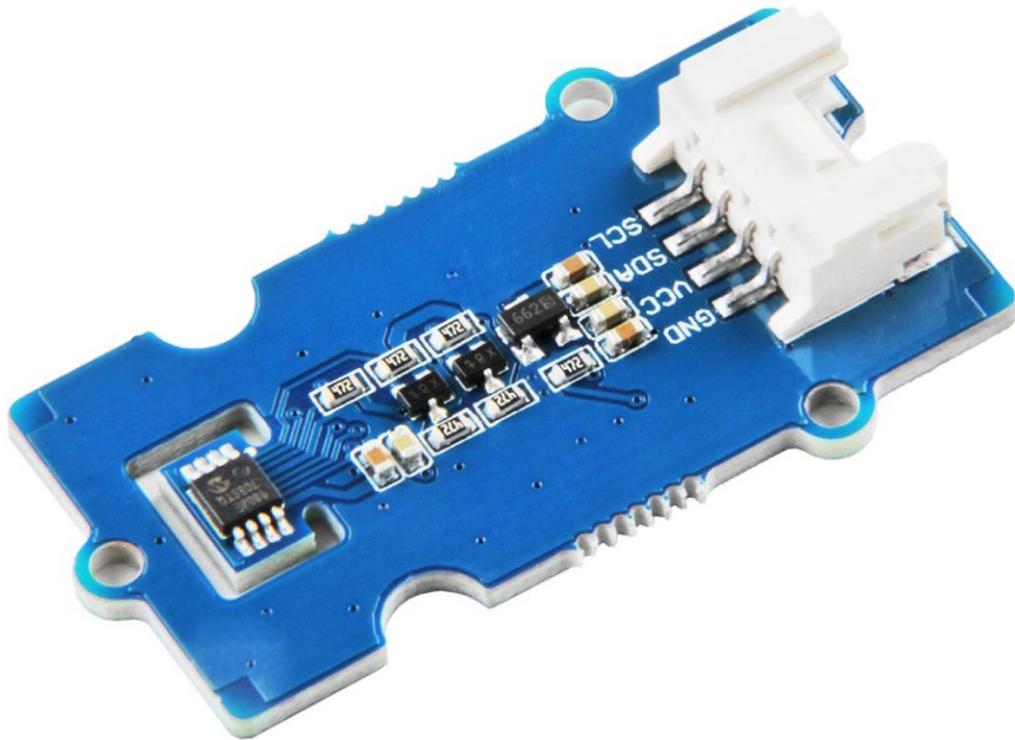
*Drawing for Dimensional Reference Only



6.6 Modules GROVE

6.6.1 Module Capteur de Température « I2C »

Grove - I2C High Accuracy Temperature Sensor(MCP9808)



The Grove - I2C High Accuracy Temperature Sensor(MCP9808) is a high accuracy digital module based on MCP9808. Unlike other sensors, you can choose the measurement resolution of this sensor. In addition to high-precision temperature measurements, we also offer programmable temperature alert. We use a separate pin to output the alarm signal, you will find it so convenient to use this signal as an interruption to control other board.

All in all, we believe this sensor will be a new star for temperature control.

Features

- High Accuracy
 - ± 0.25 (typical) from -40°C to $+125^{\circ}\text{C}$
 - $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (maximum) from -20°C to 100°C
 - $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (maximum) from -40°C to $+125^{\circ}\text{C}$
- User-Selectable Measurement Resolution
 - $+0.5^{\circ}\text{C}$, $+0.25^{\circ}\text{C}$, $+0.125^{\circ}\text{C}$, $+0.0625^{\circ}\text{C}$
- User-Programmable Temperature Alert Output
- I²C interface

Specification

Item	Value
Working voltage	3.3V/5V
Operating range	-40°C to $+125^{\circ}\text{C}$
Digital interface	I ² C standard 400 kHz
I ² C address	0x18(default)/ 0x18~0x1F(optional)

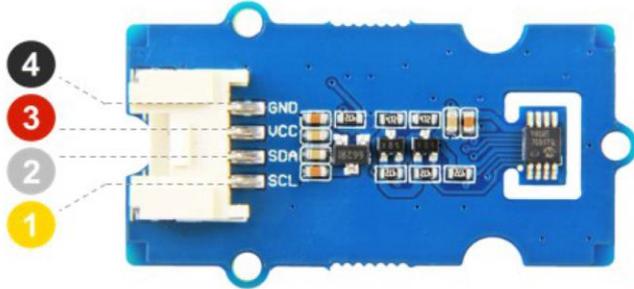
Applications

- Industrial Applications
- Industrial Freezers and Refrigerators
- Food Processing
- Personal Computers and Servers
- PC Peripherals
- Consumer Electronics
- Handheld/Portable Devices

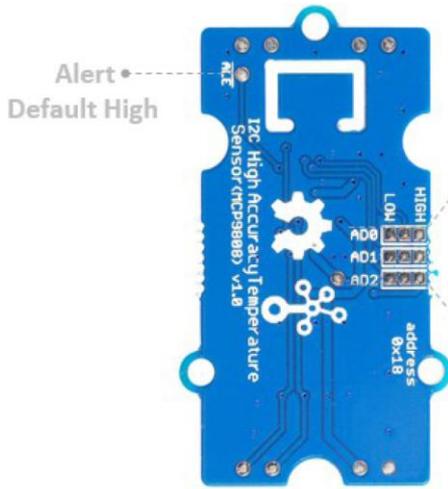


Hardware Overview

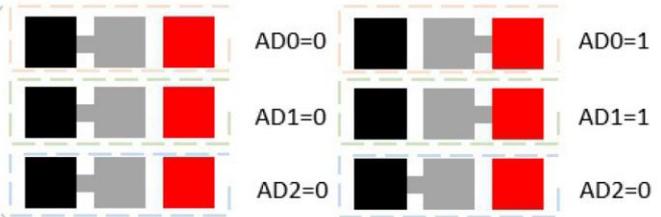
Pin Map



- 4 GND: connect this module to the system GND
- 3 VCC: you can use 5V or 3.3V for this module
- 2 SDA: I²C serial data
- 1 SCL: I²C serial clock



Default 000 → Change e.g. 110



High-3V3
 Low-GND

I²C Address AD0
 I²C Address AD1
 I²C Address AD2



I2C Address

We offer 3 sets of pads on the back of the PCB. The default AD0~AD2 are all connected to the Low level pads, you can cut those pads and solder them to the other side(High level). The I²C address is a 7bits address `0011A0A1A2`. `0011`

is the address code, which is the factory setting, we can not change it. `A0A1A2` is the slave address, we can change it. The default setting is `A0=0/A1=0/A2=0`, so the default I²C address is `0011000`. Normally the address should be 8bits, so we need to add one bit 0 to the MSB(Most Significant Bit), then we get `0001,1000`. This is a binary address, we often use the hexadecimal address in the code, so let's convert the binary address to a hexadecimal address, here we get `0x18`. By the same token, if we solder all the pads to the high level, we will get `0001,1111`, which is `0x1F`. So the I²C address range from `0x18` to `0x1F`, among them, you can choose whatever you want, just make sure you will change the I²C address in the file **Seed_MCP9808.h** in the **Grove_Temperature_sensor_MCP9808-master** library.

```
#define DEFAULT_IIC_ADDR 0X18
```



Address map

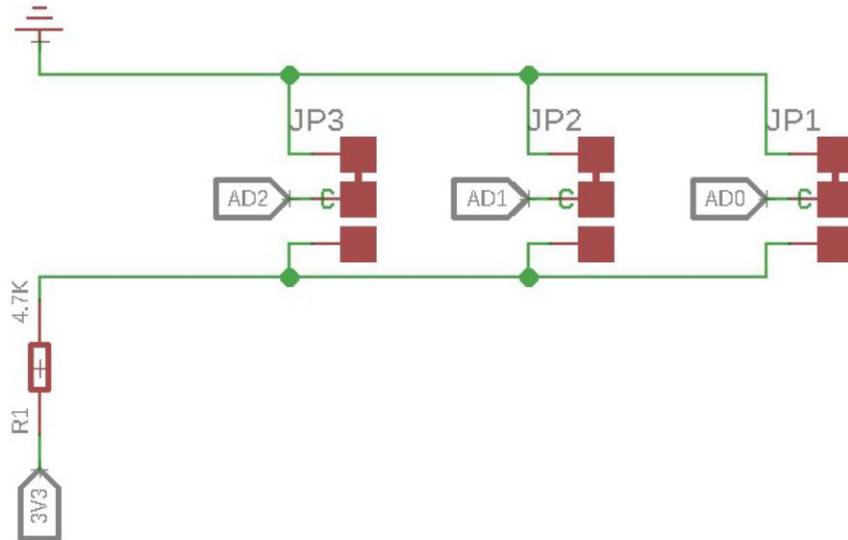
$A_2=0$	$A_0=0$	$A_0=1$
$A_1=0$	$A_2A_1A_0-000,0x18$	$A_2A_1A_0-001,0x19$
$A_1=1$	$A_2A_1A_0-010,0x1A$	$A_2A_1A_0-011,0x1B$

$A_2=1$	$A_0=0$	$A_0=1$
$A_1=0=0$	$A_2A_1A_0-100,0x1C$	$A_2A_1A_0-101,0x1D$
$A_1=0=1$	$A_2A_1A_0-110,0x1E$	$A_2A_1A_0-111,0x1F$

 \overline{ALE} Pad

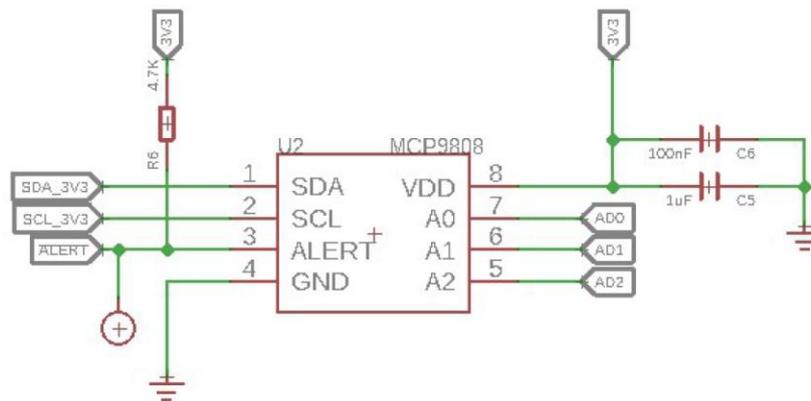
You can see the \overline{ALE} Pad on the back of the PCB. The alert signal output from this pad can be used as an external interrupt signal for other controllers. The default output is high, in this board it should be 3.3V. When the condition is met, the output voltage becomes low(0V). You can set the condition when you finish this wiki 😊

Schematic

I²C Address

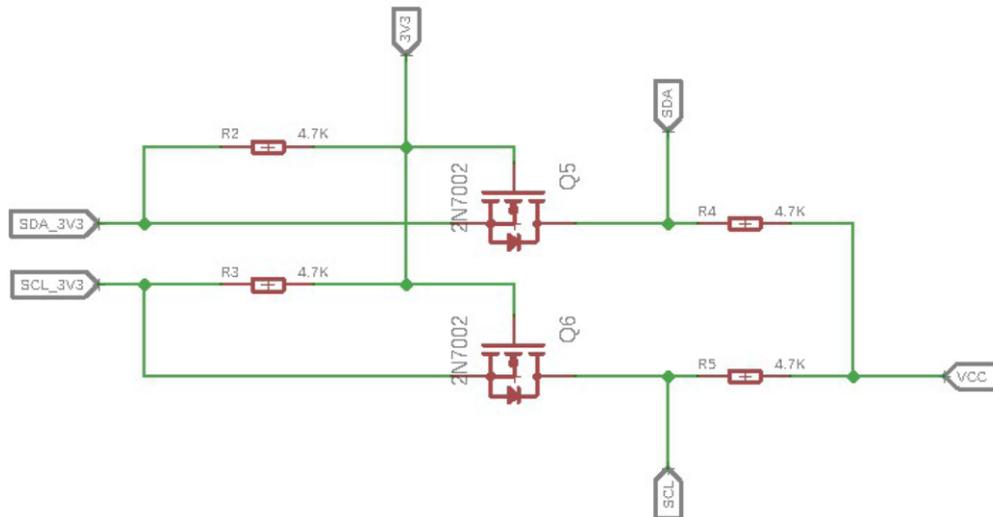
As we mentioned above, we use those three sets of pads to select the I²C address, if you want to change the default address, you can cut of the wire and re-solder it.

MCP9808



As you can see, the $\overline{\text{ALE}}$ pad is connected to the 3.3V through a pull-up resistor.

Bi-directional level shifter circuit



This is a typical Bi-directional level shifter circuit to connect two different voltage sections of an I²C bus. The I²C bus of this sensor use 3.3V, if the I²C bus of the Arduino use 5V, this circuit will be needed. In the schematic above, **Q6** and **Q5** are N-Channel MOSFET [2N7002A](https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/res/2N7002A_datasheet.pdf) [https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/res/2N7002A_datasheet.pdf], which act as a bidirectional switch. In order to better understand this part, you can refer to the [AN10441](https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/res/AN10441.pdf) [https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/res/AN10441.pdf]

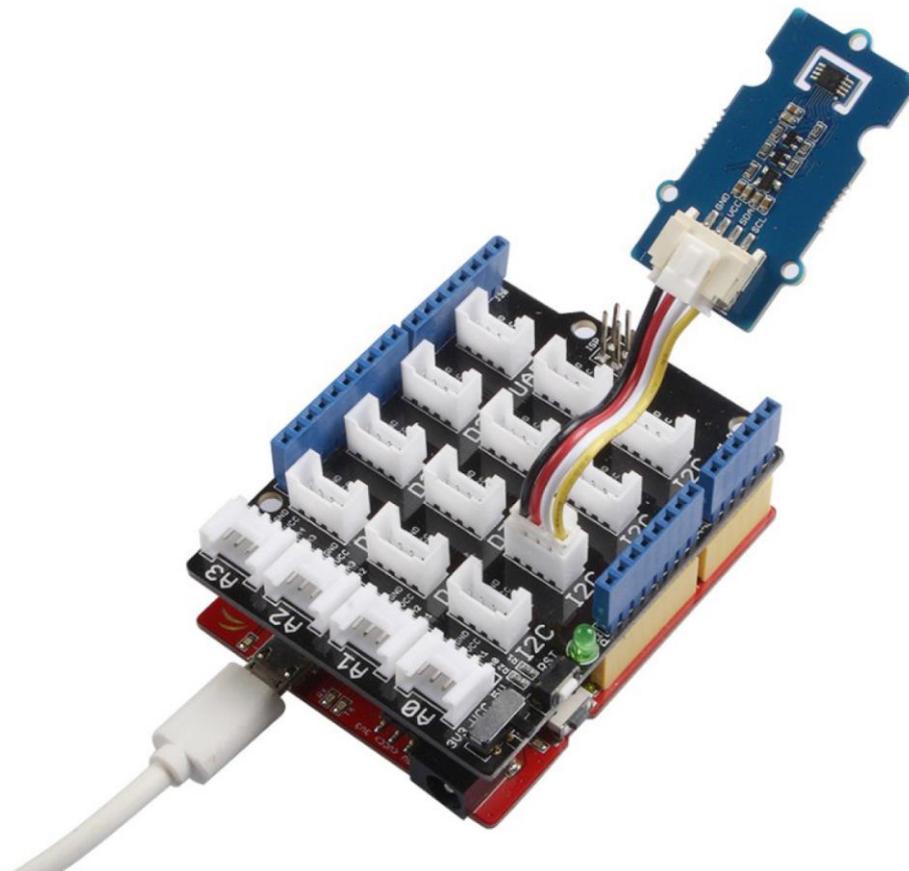


Tip

In this section we only show you part of the schematic, for the full document please refer to the [Resources](http://wiki.seeedstudio.com/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/#resources) [http://wiki.seeedstudio.com/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/#resources]

Play with Arduino :

- **Step 1.** Connect the Grove - I2C High Accuracy Temperature Sensor to port I²C of Grove-Base Shield.
- **Step 2.** Plug Grove - Base Shield into Seeeduino.
- **Step 3.** Connect Seeeduino to PC via a USB cable.



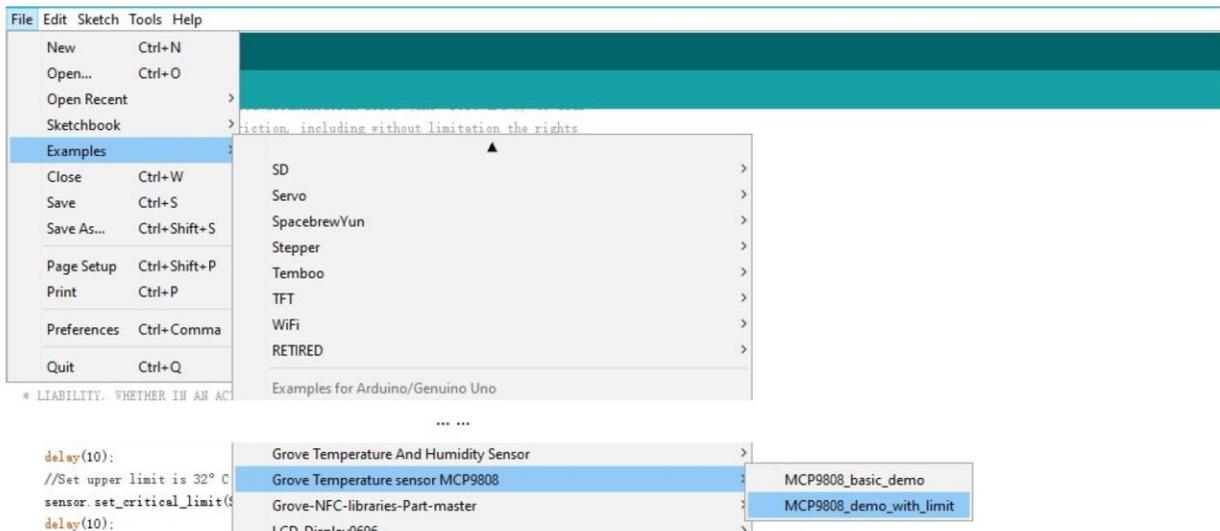
Software



Note

If this is the first time you work with Arduino, we strongly recommend you to see [Getting Started with Arduino](http://wiki.seeedstudio.com/Getting_Started_with_Arduino/) [http://wiki.seeedstudio.com/Getting_Started_with_Arduino/] before the start.

- **Step 1.** Download the [Grove MCP9808](https://github.com/Seeed-Studio/Grove_Temperature_sensor_MCP9808) [https://github.com/Seeed-Studio/Grove_Temperature_sensor_MCP9808] Library from Github.
- **Step 2.** Refer to [How to install library](http://wiki.seeedstudio.com/How_to_install_Arduino_Library) [http://wiki.seeedstudio.com/How_to_install_Arduino_Library] to install library for Arduino.
- **Step 3.** Restart the Arduino IDE. Open example via the path: **File** → **Examples** → **Grove Temperature Sensor MCP9808** → **MCP9808_demo_with_limit**.



**Tips**

As shown in the picture above, we provide two demos for you, **MCP9808_basic_demo** and **MCP9808_demo_with_limit**. The **MCP9808_basic_demo** only provide the temperature, the alert function is disable. And for the **MCP9808_demo_with_limit** demo, the alert function is enable. If you just want the temperature, the basic demo will be fine. If you want to use the alert function, you should choose the limit demo.

- **Step 4.** Upload the demo. If you do not know how to upload the code, please check [How to upload code](http://wiki.seeedstudio.com/Upload_Code/) [http://wiki.seeedstudio.com/Upload_Code/].
- **Step 5.** Open the **Serial Monitor** of Arduino IDE by click **Tool-> Serial Monitor**. Or tap the `Ctrl` + `Shift` + `M` key at the same time. if every thing goes well, you will get the result.

The result could be like

```
sensor init!!
temperature value is: 29.31
temperature value is: 29.31
temperature value is: 29.31
temperature value is: 29.25
temperature value is: 29.19
temperature value is: 29.25
```

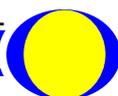
Now, let's see how to use the **ALE Pad**.

The code in the demo **MCP9808_demo_with_limit**:

```
#include "Seeed_MCP9808.h"

MCP9808 sensor;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  if(sensor.init())
  {
```



```

        Serial.println("sensor init failed!!");
    }
    //Set upper limit is 30°C
    sensor.set_upper_limit(SET_UPPER_LIMIT_ADDR, 0x01e0);
    delay(10);
    //Set upper limit is 32°C
    sensor.set_critical_limit(SET_CRITICAL_LIMIT_ADDR, 0x0200);
    delay(10);
    //Enable the alert bit.The alert bit outputs low when the temp
    sensor.set_config(SET_CONFIG_ADDR, 0x0008);

    Serial.println("sensor init!!");
}

void loop()
{
    float temp=0;
    //Get temperature ,a float-form value.
    sensor.get_temp(&temp);
    Serial.print("temperature value is: ");
    Serial.println(temp);
    delay(1000);
}

```

In addition to measuring temperature, this code also implements a function. When the temperature is lower than 30°C, the **ALE Pad** output default high-3.3v. When the temperature is higher than 30°C, the **ALE Pad** will output low-0v.

So you may ask, what if i want to change the threshold temperature. OK, please come to the line 14:

```
sensor.set_upper_limit(SET_UPPER_LIMIT_ADDR, 0x01e0);
```

We use this function to control the temperature, the first parameter is the UPPER_LIMIT register address and the second parameter **0x01e0** is the Hexadecimal temperature we set, as we mentioned above, it's 30°C. The **0x01e0** is a four bit Hexadecimal number, the last bit in the right represent the fractional part. We set it as 0, then the valid number is **0x1e**. **e** means 14 in decimal, and the higher bit **1** means 16 in decimal. So **0x1e** equals 16+14=30.



We provide 3 functions in the file **Seed_MCP9808.cpp**.

```
sensor.set_upper_limit(SET_UPPER_LIMIT_ADDR,u16);
sensor.set_lower_limit(SET_LOWER_LIMIT_ADDR,u16);
sensor.set_critical_limit(SET_CRITICAL_LIMIT_ADDR,u16);
```

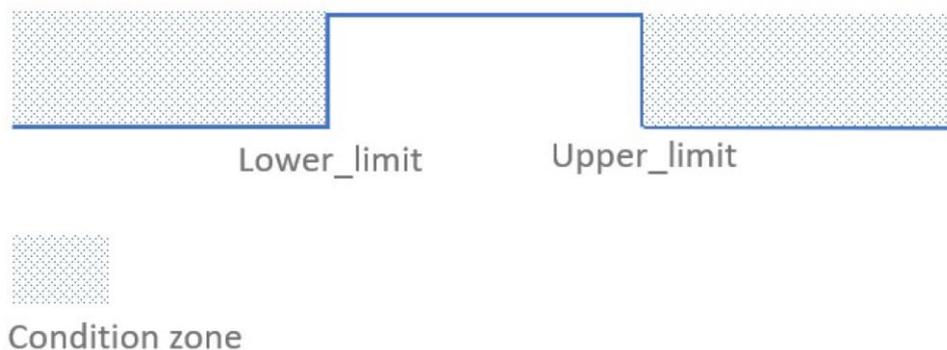
As we mentioned before, the default output of the **ALE Pad** is high, and the output level goes low when the temperature meets certain conditions. You can use those 3 functions to set your own conditions.

sensor.set_lower_limit(SET_LOWER_LIMIT_ADDR,u16) is used to set the lower temperature limit, **u16** is the 4 bit Hexadecimal temperature we set. When the temperature is lower than the value we set, the output of the **ALE Pad** will go down.

sensor.set_upper_limit(SET_UPPER_LIMIT_ADDR,u16) is used to set the upper temperature limit, also **u16** is the 4 bit Hexadecimal temperature we set. When the temperature is higher than the value we set, the output of the **ALE Pad** will go down.

sensor.set_critical_limit(SET_CRITICAL_LIMIT_ADDR,u16) is used for the interrupt mode, in this wiki we only show you how to work as a comparator. If you want to know more, please check the [datasheet](https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/res/MCP9808_datasheet.pdf) [https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-I2C_High_Accuracy_Temperature_Sensor-MCP9808/res/MCP9808_datasheet.pdf] .

Now we can set a condition zone by `lower_limit` and `upper_limit`, when the temperature comes to the condition zone, the output will go low.



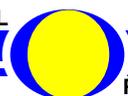
For example, if you want the $\overline{\text{ALE}}$ Pad output high between 28°C and 30°C, and output low when the temperature is higher than 30°C or lower than 28°C. The code should be like:

```
sensor.set_lower_limit(SET_LOWER_LIMIT_ADDR, 0x01c0);  
delay(10);  
sensor.set_upper_limit(SET_UPPER_LIMIT_ADDR, 0x01e0);  
delay(10);
```

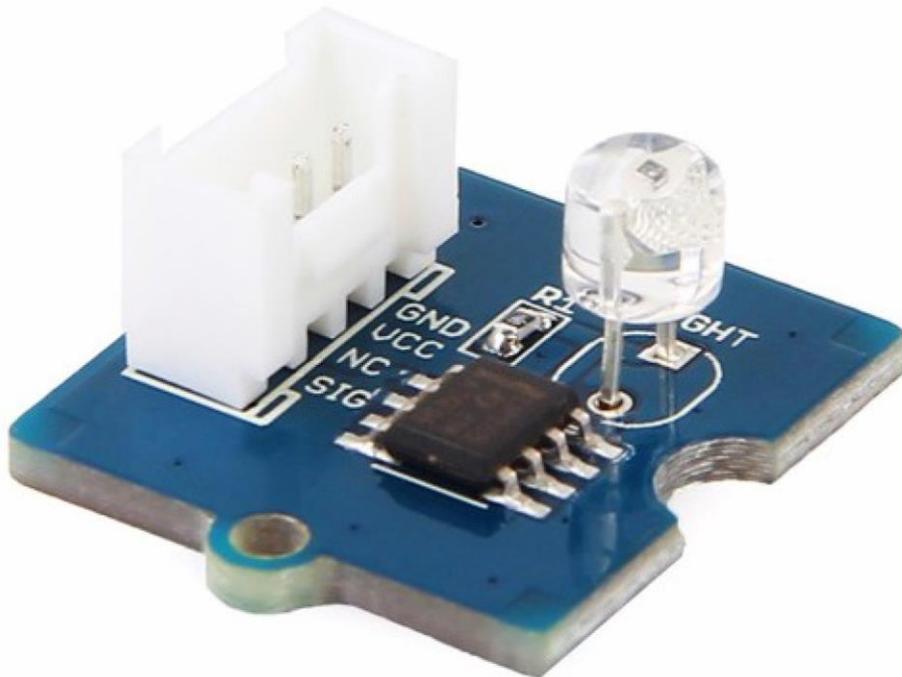


Attention

Please make sure the **upper_limit** is higher than the **lower_limit**, otherwise it will not output properly. And please make sure the **critical_limit** is higher than the **upper_limit**. A certain delay() is required to ensure that the registers are written correctly.



6.6.2 Module Capteur de luminosité



The Grove - Light sensor integrates a photo-resistor(light dependent resistor) to detect the intensity of light. The resistance of photo-resistor decreases when the intensity of light increases. A dual OpAmp chip LM358 on board produces voltage corresponding to intensity of light(i.e. based on resistance value). The output signal is analog value, the brighter the light is, the larger the value.

This module can be used to build a light controlled switch i.e. switch off lights during day time and switch on lights during night time.



Warning

The light sensor value only reflects the approximated trend of the intensity of light, it DOES NOT represent the exact Lumen.

Version

Product Version	Changes	Released Date
Grove - Light Sensor 1.0	Initial	Apr 28 2013
Grove - Light Sensor(P)	Move Grove connector to back side	May 15 2014
Grove - Light Sensor(P) V1.1	Replace photoresistor-5528 with LS06-S Vs.Grove - Light Sensor(P)	Dec 31 2015
Grove - Light Sensor 1.2	Replace photoresistor-5528 with LS06-S Vs.Grove - Light Sensor 1.0	Jan 20 2016

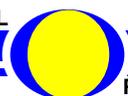
Features

- Analog value output
- High reliability and sensibility
- Small footprint
- Recognize wider spectrum



Tip

More details about Grove modules please refer to [Grove System](http://wiki.seeedstudio.com/Grove_System/)
[http://wiki.seeedstudio.com/Grove_System/]

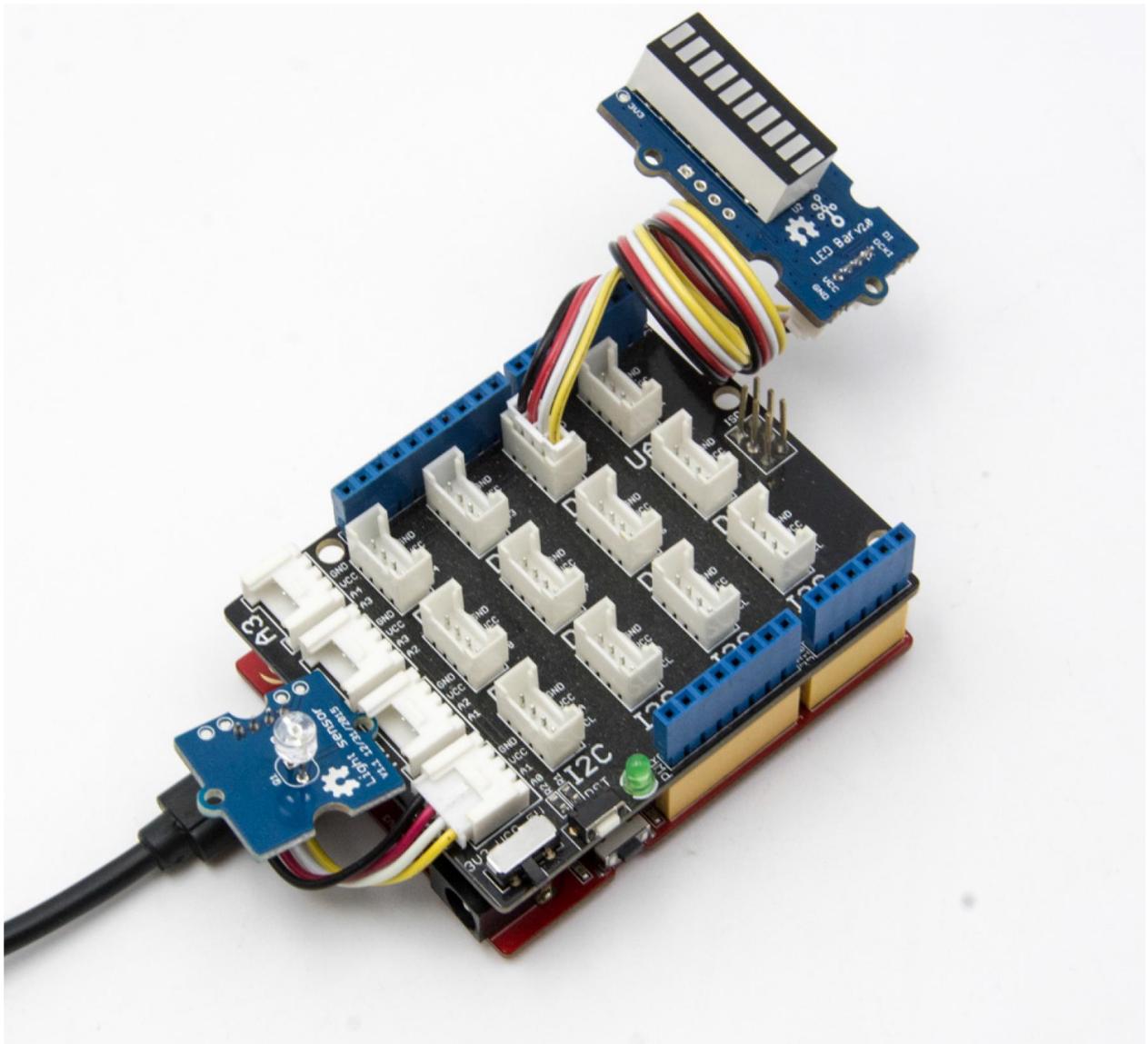


Specification

Item	Value
Operating voltage	3~5V
Operating current	0.5~3 mA
Response time	20-30 milliseconds
Peak Wavelength	540 nm
Weight	4 g

Play with Arduino :

- Step 1. Prepare the below stuffs:
- Step 2. Connect Grove-Light Sensor to port A0 of Grove-Base Shield.
- Step 3. Connect Grove-Led Bar to port D2 of Grove-Base Shield.
- Step 4. Plug Grove - Base Shield into Seeduino.
- Step 5. Connect Seeduino to PC through a USB cable.



Software

- Step 1. Download the [Grove-LED Bar Library](https://github.com/Seeed-Studio/Grove_LED_Bar/archive/master.zip) [https://github.com/Seeed-Studio/Grove_LED_Bar/archive/master.zip] from Github.
- Step 2. Refer [How to install library](http://wiki.seeedstudio.com/How_to_install_Arduino_Library) [http://wiki.seeedstudio.com/How_to_install_Arduino_Library] to install library for Seeeduino.
- Step 3. Copy the code into Seeeduino IDE and upload.

```
#include <Grove_LED_Bar.h>

Grove_LED_Bar bar(3, 2, 0); // Clock pin, Data pin, Orientation

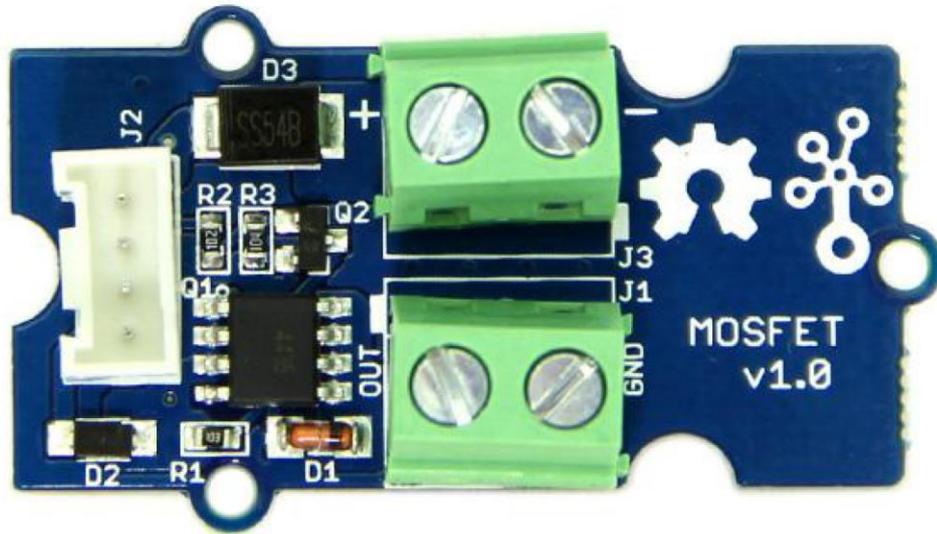
void setup()
{
    // nothing to initialize
    bar.begin();
    bar.setGreenToRed(true);
}

void loop()
{
    int value = analogRead(A0);
    value = map(value, 0, 800, 0, 10);

    bar.setLevel(value);
    delay(100);
}
```

The Led bar will change base on light.

6.6.3 Module MOSFET



Grove – MOSFET enables you to control higher voltage project, say 15V DC, with low voltage, say 5V, on microcontroller. MOSFET is also a kind of switch, but its switching frequency can reach up to 5MHz, much faster than normal mechanical relay. There are two screw terminals on the board. One for outer power source and the other for device you want to control. Grove – MOSFET will pass the power from one end to another when closed. But if outer power source is absent, your device can still draw power from microcontroller via the Grove interface.

Specification

Parameter	Value/Range
Working voltage	5V
Vin	5 ~ 15V
MOSFET Model	CJQ4435

Getting Started

**Note**

If this is the first time you work with Arduino, we firmly recommend you to see [Getting Started with Arduino](http://wiki.seeedstudio.com/Getting_Started_with_Arduino/) [http://wiki.seeedstudio.com/Getting_Started_with_Arduino/] before the start.

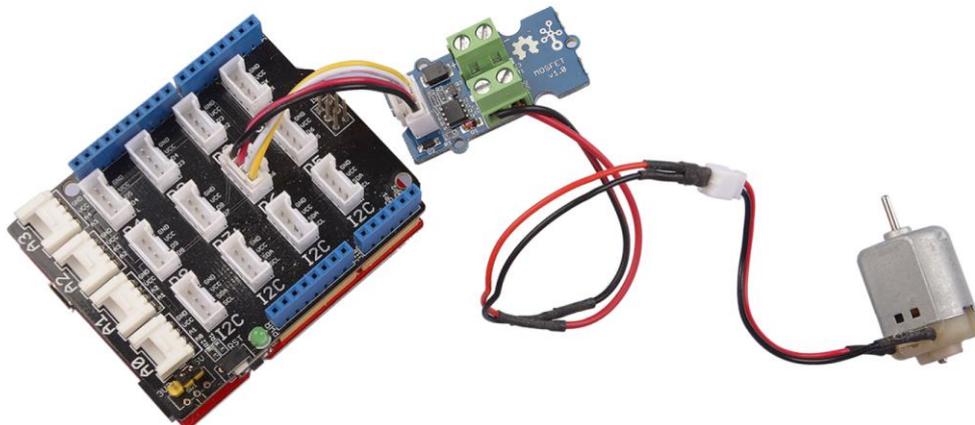
Play With Arduino

Demonstration

Here we demonstrate how to use Grove - MOSFET to control a motor. We provide power for it with external power source, but if your controlled device needs current smaller than 300mA, Seeeduino can totally support it and no extra power source needed.

Hardware

- **Step 1.** Prepare the below stuffs:
- **Step 2.** Connect Grove - MOSFET to port D6 of Grove-Base Shield.
- **Step 3.** Plug Grove - Base Shield into Seeduino.
- **Step 4.** Connect Seeduino to PC via a USB cable.




```

// demo of Grove - MOSFET
// use pwm pin 6 to control a motor

int motorPin = 6;

void setup()
{
  Serial.begin(38400);
  pinMode(motorPin, OUTPUT);
  Serial.println("Grove - MOSFET Test Demo!");
}

void loop()
{
  motorOnThenOffWithSpeed();
  motorAcceleration();
}

void motorOnThenOffWithSpeed()
{
  int onSpeed = 200;           // a number betwee
  int onTime = 2500;
  int offSpeed = 50;          // a number betwee
  int offTime = 1000;
  analogWrite(motorPin, onSpeed);
  delay(onTime);
  analogWrite(motorPin, offSpeed);
  delay(offTime);
}

void motorAcceleration()
{
  int delayTime = 50;
  for(int i=0; i<256; i++)
  {
    analogWrite(motorPin, i);
    delay(delayTime);
  }

  for(int i=255; i>=0; i--)
  {
    analogWrite(motorPin, i);
    delay(delayTime);
  }
}

```

6.7 Isolant périphérique



XP-PRO Insulation board

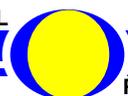


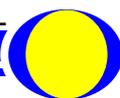
Fine tolerance filament sliced surface

	Properties	Unit	Unit	Value
Measurements	Thickness	mm	DIN EN 823	2,8 - 45
	Length	mm	DIN EN 822	1000 - 3010
	Width	mm	DIN EN 822	460 - 900 ①,③
Tolerances	Thickness	mm	DIN EN 823	± 0,5
	Length	mm	DIN EN 822	± 5
	Width	mm	DIN EN 822	± 1
	Rectangularity	mm/m	DIN EN 824	≤ 5
Property mechanics	Compressive strength or compressive stress at 1 0 % deformation	kPa ②	DIN EN 826	≥ 300 - ≥ 700 ①,③
	Tensile strength	kPa ②	DIN EN 1607	≥ 600
	Compressive modulus	N/mm ²	DIN EN 826	10 - 45 ①,③
Other Properties	Density	kg/m ³	DIN EN 1602	> 30
	Thermal conductivity λ _s	W/(m · K)	DIN EN 13164	0,035 - 0,037 ③
	Working temperature	°C	/	-50 / +75
	Reaction to fire	/	DIN 4102-1	B1
		/	EN 13501-1	Euroclass E
	Long-term water absorption by total immersion	Vol-%	DIN EN 12087	≤ 1,0
	s _p -value	m	DIN EN 12086	3 - 16 ①
	Coefficient of linear thermal expansion	mm/(m · K)	/	0,07
	Dimensional stability under 70°C relative humidity 9 0 %	%	EN 1604	≤ 5
	Dimensional stability under 70°C temperature, 40 kPa load	%	EN 1605	≤ 5

① depending on thickness ② 10 0 kPa = 10 0 kN/m² = 0,1 N/mm² ③ depending on compressive strength

Chemical resistance	water / seawater / salt-dilutions / alcohols / liquefied inorganic gases / bases / weak & diluted acids / bitumen / lime / cement / gypsum / sand					
Properties of XPS	homogeneous, with close cells, pressure resistant, elastic; hydrophobic, non-rotting, non-aging, not ultraviolet-consistent; Machining of XPS with milling cutters, saws, heated filaments.					
Adhesion	for example adhesion with hotmelt-, epoxy- and polyurethane solution adhesive without solvents					
Treatment	Cutting with shaping, sawing, hot-wire, shearing					
Product spectrum	Length [mm]	Thickness [mm]	min. and max. width [mm]	Compressive strength [kPa]	Tensile strength [kPa]	Thermal conductivity [W/(m · K)]
	3.010	2,8 - 45	460 - 900	≥ 300	≥ 600	0,035
		2,8 - 45	460 - 600	≥ 500	≥ 600	0,037
		2,8 - 45	500 - 600	≥ 700	≥ 600	0,037
Width variations can be manufactured in 5 mm increments. (... , 600, 605, 610 mm, ...) Length variations can be manufactured in 10 mm increments. (... , 2090, 3000, 3010 mm, ...) Board thicknesses of 1/10 mm are also available by arrangement.						







**Technic Parc de la Bastidonne
Route CD2 – Camp Major
13400 AUBAGNE**

**Tel : 04.91.80.00.48 - Fax : 04.91.80.01.84
E-mail : info@didastel.fr - <http://www.didastel.fr>**

