



Câblage et configuration d'un nœud ConnecSenS pour y interfacer un capteur d'humidité du sol Truebner SMT100 en SDI-12 et une sonde PAR SOLEMS CBE/80



Historique des révisions

Rév.	Date	Modifications
1	Mai 2020	Révision initiale (LR).
2	Mai 2020	Modification fichier config (LR).
3	Mai 2020	Test et correction fichier config (LR).

1 Objectif de ce document

Ce document explique comment interfacier **en SDI-12** un **capteur d'humidité du sol SMT100** de la société Truebner avec le nœud ConnecSenS, ainsi qu'une sonde **PAR SOLEMS CBE/80**. Le nœud est équipé dans ce cas d'une **carte d'amplification** pour le signal provenant de la sonde PAR. Ce dispositif a été développé pour le projet d'étude d'un trèfle alpin, projet porté par Erwan Roussel.

Le câblage et la configuration du capteur et du nœud sont également présentés dans ce document.

Il reprend des éléments de la documentation disponible sur le drive (<https://drive.uca.fr/d/3778f312ed9b426582f1/>) rédigée par Jérôme.

2 Le capteur SMT100

2.1 Présentation

Ce capteur mesure la quantité volumétrique d'eau présente dans le sol, ainsi que la température du sol (Figure 1). Il est disponible avec plusieurs interfaces de communication : RS-485 (Modbus, ASCII et TBUS), SDI-12, ou sorties analogiques. Nous traitons ici de l'utilisation du modèle avec interface SDI-12.

En SDI-12, ce capteur est également en mesure de produire une mesure supplémentaire et des valeurs intermédiaires. La mesure supplémentaire est sa tension d'alimentation et les valeurs intermédiaires sont la valeur brute (« raw ») qui est liée à la fréquence de l'oscillateur de mesure et la permittivité diélectrique du sol calculée.



Figure 1 : image du capteur SMT100

2.2 Câblage SMT100

2.2.1 Câblage capteur SMT100 → connecteur M12 femelle

Le capteur est livré avec un câble qui se termine par des fils nus. Ce chapitre explique comment y monter un connecteur M12 femelle pour le connecter au nœud ConnecSenS-SoLo. Vous pouvez sauter ce chapitre si votre capteur est déjà équipé de ce connecteur.

Voici un schéma de câblage du capteur vers le connecteur **M12 femelle** (Figure 2), où le connecteur est vu de derrière (les points noirs sont les plots où les fils sont vissés ou soudés) et le rectangle noir à gauche représente l'extrémité du câble du capteur.

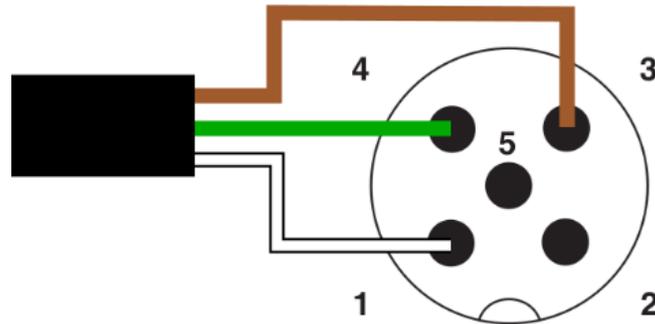


Figure 2 : raccordement du capteur SMT100 au connecteur M12 femelle

2.2.2 Câblage dans le nœud SoLo : connecteur M12 mâle → carte ampli

Avant de pouvoir utiliser le nœud ConnecSenS avec votre capteur SMT100 il faut le câbler afin qu'il utilise son interface SDI-12.

Une convention de câblage a été choisie pour les connecteurs M12 pour l'interface SDI-12 :

- La broche n°1 est la masse.
- La broche n°3 est la ligne d'alimentation SDI-12.
- La broche n°4 est la ligne de données SDI-12.

Pour vous repérer, voici une illustration Figure 3 du brochage des connecteurs M12 mâles proposés par le nœud. C'est une vision par l'extérieur, les ronds noirs correspondent aux broches visibles depuis l'extérieur de nœud :

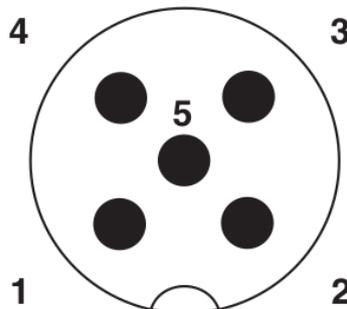


Figure 3 : vue du brochage des connecteurs M12 mâles, vision par l'extérieur

Nous avons également décidé d'une convention sur la couleur des fils utilisés pour relier le connecteur d'extension interne aux connecteurs M12 :

- Noir pour la masse.
- Rouge pour la ligne d'alimentation SDI-12.
- Blanc (bleu sur la figure) pour la ligne de données SDI-12.

L'option de câblage retenue ici est celle de l'alimentation du capteur par le nœud (voir document *cablage_noeud-sdi12* pour les différentes options). C'est la solution la plus simple si le capteur n'est pas autonome en énergie. Elle utilise l'alimentation réglable interne du nœud pour faire fonctionner l'interface SDI-12 de ce dernier ainsi que pour alimenter le ou les capteurs SDI-12. Cette option nécessite le réglage de l'alimentation réglable du nœud ; je vous invite donc à suivre la procédure décrite en 2.3 .

Le câblage reprend l'exemple donné dans le document *cablage_noeud-sdi12* (Figure 4), à la différence près que cette fois-ci les connexions SDI-12 et alim doivent se faire sur les pastilles présentes sur la carte ampli (Figure 5).

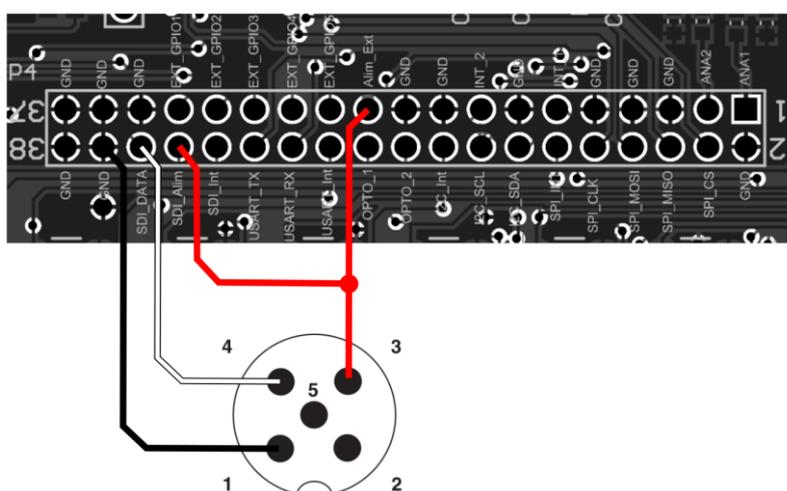


Figure 4 : câblage sans la carte ampli

Voici un schéma de câblage avec la carte ampli (c'est une vision par l'extérieur, les ronds noirs correspondent aux broches visibles depuis l'extérieur de nœud).

Suivez le schéma de câblage ci-dessous. Il est recommandé de souder d'abord les 4 fils sur la carte ampli, d'embrocher cette carte dans le nœud, puis de souder les fils au connecteur M12.

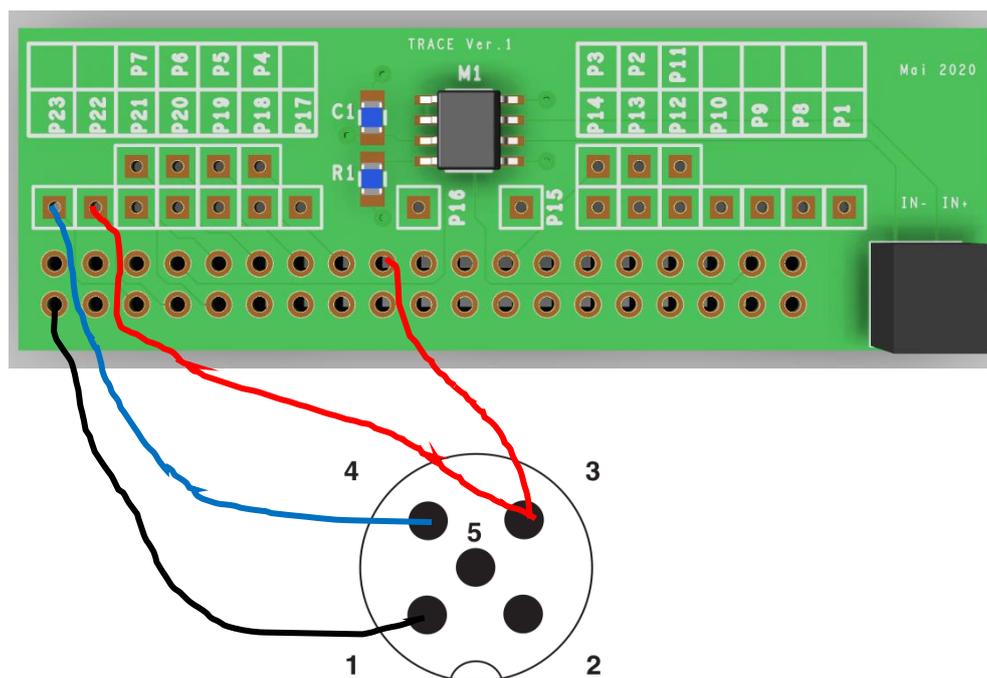


Figure 5 : câblage avec la carte ampli

2.3 Réglage de l'alimentation réglable du nœud

Vous allez régler la tension de l'alimentation réglable à son maximum, soit 5,5 V environ. Votre capteur doit supporter cette tension d'alimentation. Si ce n'est pas le cas, alors réglez-la sur 5,0V, l'interface devrait tout de même fonctionner à cette tension.

Pourquoi 5,5 V et non pas 5 V ? À cause du régulateur 5 V de l'interface SDI-12 du nœud dont nous avons parlé dans le chapitre de présentation du nœud. Ce régulateur présente une tension de chute (drop-out voltage), c'est-à-dire qu'il existe une différence de tension irréductible entre son entrée et sa sortie. Pour que notre ligne de données SDI-12 puisse atteindre 5 V, quel que soit le modèle de nœud, le plus prudent est donc de régler l'alimentation à son maximum. Le régulateur basse consommation produira bien une tension de 5 V, tandis que la version standard produira environ 4,5 V. ($5,5 - 1,0$). Cette tension est supérieure aux 3,5 V minimum demandés par le standard pour le niveau « 5 V ».

Cette tension d'alimentation est également utilisée pour alimenter l'amplificateur de la carte TRACE.

Le réglage est simple, pour peu que vous disposiez d'un tournevis assez petit. Un tournevis plat est plus pratique, bien que l'empreinte soit cruciforme. **Il suffit de tourner le potentiomètre R31 à son maximum dans le sens trigonométrique (anti-horaire).** Souvenez-vous, R31 est tout en haut à droite du circuit imprimé principal (en rouge sur l'image dudit circuit donné au chapitre 3).

Si vous souhaitez que cette alimentation soit de 5 V et non pas 5,5 V, alors tournez le potentiomètre de manière à ce que sa pointe (diamétralement opposée au plat du curseur du potentiomètre) pointe vers la sérigraphie « R19 » à la droite du potentiomètre. Pour référence, lorsque le curseur est à mi-course, la tension produite est de 4,4 V.

2.4 Configuration de l'adresse SDI-12 du capteur

Par défaut, en sortie d'usine, le capteur est paramétré avec l'adresse SDI-12 « 1 ». Si votre capteur a déjà été configuré avec une adresse différente, alors vous devriez voir une étiquette collée sur le capteur où figure l'adresse en question.

Vous pouvez sauter ce chapitre si vous connectez un seul capteur au nœud ConneSenS et que vous connaissez son adresse SDI-12.

Pour connaître et configurer le capteur il vous faut soit contacter la personne en charge de ces capteurs (si une telle personne existe), soit utiliser l'adaptateur USB/SDI-12 de Truebner en photo ci-dessous :



Vous pouvez distinguer à gauche la partie USB, à droite les connecteurs de la partie SDI-12 et en haut au centre le boîtier d'adaptation.

Connectez votre capteur à l'un des connecteurs SDI-12 du boîtier. Soit le connecteur M12 mâle si votre capteur est déjà câblé pour le nœud ConneSenS, soit aux borniers à leviers si ses fils sont encore nus (connectez vert sur vert, marron sur marron et blanc sur blanc).

Connectez le câble USB à votre ordinateur. Si un nouveau port COM est détecté par Windows, ou si un nouveau port série apparaît pour les autres systèmes d'exploitation, alors les drivers nécessaires sont déjà installés sur votre ordinateur. Windows essaiera d'installer les drivers le cas échéant. Votre ordinateur doit pouvoir accéder à Internet pour que la recherche du driver approprié réussisse. S'il n'installe pas les drivers, alors vous devez les installer vous-même au moyen du driver VCP de FTDI adapté à votre système d'exploitation. Vous pouvez trouver ces drivers par une recherche WEB du type : « FTDI+drivers+VCP », à l'heure où j'écris ces lignes ils sont disponibles à l'adresse : <https://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>. Il peut être une bonne idée de débrancher puis de rebrancher le connecteur USB du boîtier adaptateur, si les drivers viennent juste d'être installés, afin d'être sûr qu'un nouveau port série soit détecté. Une fenêtre de notification doit vous indiquer le nom du port série en question, un nom du type « COMx » où x est un chiffre ou un nombre. Si vous ne trouvez pas le nom du port série, alors ouvrez le gestionnaire de périphérique de Windows, vous devriez voir le nom du port série dans l'onglet « COM et LPT ».

Il vous faut ensuite un programme de terminal série. Installez un tel programme si vous n'en avez pas déjà un. Pour Windows, les plus connus sont probablement PuTTY et Terra Term.

Lancez votre programme de terminal série et ouvrez le port COM correspondant à l'adaptateur Truebner avec les options suivantes : 1200 bauds, 8 bits, 1 bit de stop, pas de parité et pas de contrôle de flux. Faites également en sorte que la combinaison de caractères <CR><LF> soit envoyées lorsque vous appuyez sur la touche entrée (votre programme de terminal doit proposer cette option quelque part).

Vous allez à présent envoyer des commandes SDI-12 au capteur. Toutes les commandes se terminent par un point d'exclamation et sont envoyées en appuyant sur la touche entrée. L'appui sur cette touche enverra les caractères <CR> et <LF>, la séquence qui indique la fin d'un message SDI-12.

Pour connaître l'adresse du capteur, envoyez la commande :

?!

La réponse du capteur devrait se résumer à une seule lettre qui correspond à l'adresse du capteur. Mémorisez cette adresse au cas où elle vous convient. Si le capteur est toujours dans sa configuration d'usine, alors la réponse sera :

1

Pour changer l'adresse du capteur, vous utiliserez une commande dont le format est :

?Ab!

Où b est l'adresse à assigner au capteur. Cette adresse est comprise entre 0 et 9, bornes incluses. La réponse est composée d'une seule lettre, celle de la nouvelle adresse.

Donc, si vous souhaitez configurer l'adresse « 3 », utilisez la commande :

?A3!

Et le capteur vous répondra :

3

Vous pouvez alors débrancher votre capteur et connecter le suivant à interroger ou à configurer.

3 Le capteur PAR SOLEMS CBE/80

3.1 Présentation

Les détecteurs PAR/CBE 80 sont des sondes qui mesurent le rayonnement visible dans la gamme 400-700nm. Ce domaine correspond aux lux et au flux utile à la photosynthèse (PAR). Aucune alimentation externe n'est requise pour les faire fonctionner : le signal en voltage continu qu'ils délivrent est directement proportionnel au rayonnement lumineux en μE ou en lux* (fonction linéaire).

Niveau du signal du PAR/CBE 80 en éclairage naturel extérieur :

- en rayonnement PAR : 80mV @ 1000 μE
- en lux : 120mV @ 100 000 lux



3.2 Carte d'amplification TRACE

Le signal délivré par la sonde PAR doit être acquis par le nœud SoLo via l'ADC sur une entrée analogique et converti par l'ADC du microcontrôleur. Cet ADC présente une résolution de : $V_{REF+} = 3.3V / 4096 = 800\mu V$

Cette valeur de 800 μV correspond à une résolution 10 μE ou 667 lux. Afin d'améliorer cette résolution et le rapport signal/bruit de la mesure, il a été décidé d'amplifier le signal avant l'ADC.

Un amplificateur différentiel de **gain 10** a été mis en œuvre sur une carte venant de connecter à l'intérieur du nœud. L'amplificateur utilisé est l'amplificateur différentiel de précision [MAX4199ESA+](#). Ce circuit (M1) est implémenté sur une petite carte (Figure 6) qui vient s'embrocher sur le connecteur interne du nœud. Ainsi, le circuit est directement alimenté et interfacé avec l'ADC du microcontrôleur. Des pastilles numérotées Pxx permettent un accès aux broches du connecteur suivant le Tableau 1. Un bornier à vis (en bas à droite sur l'image) permet d'entrer le signal à amplifier provenant de la sonde PAR. Le schéma de cette carte est donné en annexe.

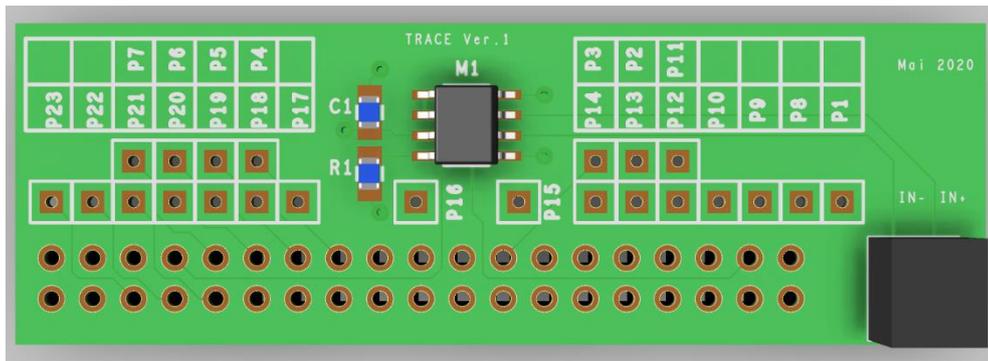


Figure 6 : carte ampli TRACE

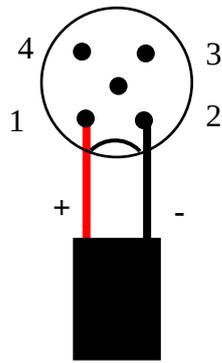
Numéro de pin carte TRACE	Numéro connecteur du noeud	Dénomination		Numéro de pin carte TRACE	Numéro connecteur du noeud	Dénomination
P1	1	ANA1		P13	14	I2C_SDA
P2	11	GPIO_IN1		P14	16	I2C_SCL
P3	15	GPIO_IN2		P15	18	EXT_I2C_INT
P4	23	PG6		P16	20	OPT_IO1
P5	25	PG5		P17	22	OPT_IO2
P6	27	PG4		P18	24	EXT_USART_INT
P7	29	PG3		P19	26	USART_RX
P8	4	SPI_CS		P20	28	USART_TX
P9	6	SPI_MISO		P21	30	EXT_SDI_INT
P10	8	SPI_MOSI		P22	32	SDI_POWER
P11	10	SPI_CLK		P23	34	SDI_DATA
P12	12	EXT_SPI_INT				

Tableau 1 : correspondance entre les pins de la carte TRACE et les signaux du connecteurs du noeud

3.3 Câblage

3.3.1 Câblage sonde PAR → connecteur M12 femelle

La sonde doit être câblée à une connecteur M12 femelle afin de l'interfacier avec le nœud SoLo. Le choix des broches sur le connecteur M12 pour le câblage des 2 fils est arbitraire.



Câble sonde PAR

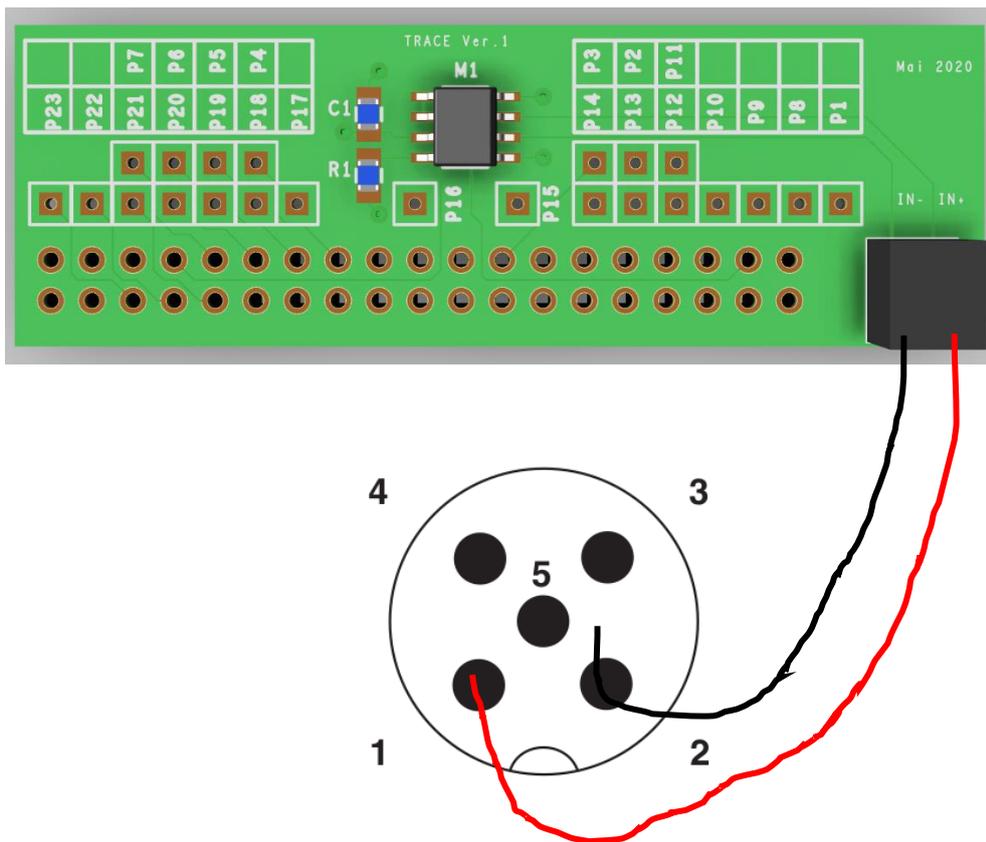
Figure 7 : câblage de la sonde PAR sur le connecteur M12

3.3.2 Câblage dans le nœud SoLo : connecteur M12 mâle → carte ampli

La première étape est de sélectionner un des 4 connecteurs M12 mâles du nœud à câbler. Celui situé le plus à droite est sans doute le plus approprié.

Le fil rouge de la sonde PAR doit être connectée au final sur la broche IN+ du bornier à vis de la carte ampli, et le fil noir sur la broche IN-.

C'est une vision par l'extérieur, les ronds noirs correspondent aux broches visibles depuis l'extérieur de nœud :



4 Configuration logicielle du nœud ConnecSenS

Pour que le nœud puisse utiliser les capteurs interfacés sur ses entrées, il faut déclarer le Truebner SMT100 et la sonde PAR/CBE 80 et le type d'interface utilisé. Ceci se fait au moyen du fichier de configuration du nœud.

Nous étudierons ici uniquement les options de configuration relatives à notre cas de figure. Pour voir les autres options disponibles, ou pour avoir plus de détails sur les options utilisées ici, je vous invite à consulter la documentation du fichier de configuration du nœud ConnecSenS. Une copie est au moins disponible dans la forge UCA, dans le projet nommé « lorawan-node-stepat », au chemin : *docs/configuration/fichier_de_configuration_noeud_ConnecSenS.pdf*. Ce document est également disponible sur le drive public UCA à l'adresse : <https://drive.uca.fr/f/9866ce003b0f4c4e8e63/>.

Connectez votre nœud en USB à un PC. Il doit être reconnu comme un périphérique de stockage de masse (un disque ou une clef USB) par votre ordinateur. Lorsque viendra le moment de débrancher le nœud de votre ordinateur, n'oubliez pas au préalable de démonter (d'éjecter) le disque correspondant à votre nœud avec votre système d'exploitation (en général faites un clic droit sur l'icône du disque et choisissez l'option « éjecter » ou « démonter »).

Le fichier de configuration à changer ou à créer s'appelle (chemin Windows) : *<lettre_du_noeud>:\env\config.json*. Il s'agit d'un fichier texte, qui contient des données encodées au format JSON. Il est possible de l'ouvrir avec un éditeur de texte simple, comme NotePad, ou avec des éditeurs plus évolués qui proposent au minimum de la coloration syntaxique pour faciliter la lecture. Le choix de l'éditeur est libre, faites selon vos préférences et vos possibilités.

La trame du fichier de configuration à écrire (ou à copier) est la suivante :

```
{
  "name": "E31214",
  "experimentName": "Trefle_Alpin",
  "sendConfigPeriodDay": 365,
  "addGeoPosToAllReadings": false,

  "network": {
    "type": "LoRaWAN",
    "devEUI": "0011223344556677",
    "appEUI": "0011223344556677",
    "appKey": "00112233445566778899AABBCCDDEEFF",
    "periodDay": 365,
    "useAdaptativeDataRate": false,
    "dataRate": 5
  },

  "sensors": [{
    "name": "Lumi",
    "type": "OPT3001",
    "periodMn": 1
  }, {
    "name": "Press",
    "type": "LPS25",
    "periodMn": 1
  }, {
    "name": "HumiTemp",
    "type": "SHT35",
    "periodMn": 1
  }, {
    "name": "HumiSol",
    "type": "TruebnerSMT100SDI12",
    "periodMn": 1,
    "address": "0",
    "depthCm": 30,
    "measurements": ["water", "temperature", "permittivity", "raw"]
  }, {
    "name": "LumiPar",
    "type": "batteryADC",
    "periodMn": 1,
    "use5VWhenActive": true,
    "useADCLine": "ANA2",
    "voltageDivisor": 2
  }
  ],

  "time": {
    "syncMethod": "GPS",
    "GPS": {
      "periodDay": 300,
      "timeoutMn": 20
    },
    "manualUTC": {
      "year": 2020,
      "month": 5,
      "day": 20,
      "hours": 11,
      "minutes": 34,
      "seconds": 0
    }
  }
}
```

Il faut ensuite personnaliser cette trame.

Important : cette trame de configuration n'ayant pas été testée sur nœud, elle est présente potentiellement des erreurs.

4.1 Configuration générale

La valeur du paramètre **name**, ici "E31214", est le nom assigné au nœud. Choisissez ce nom selon vos besoins et vos contraintes. Sa longueur ne doit pas dépasser 31 caractères. Il est préférable de choisir un nom aussi court que possible.

Il est conseillé de laisser la section **debug** telle qu'elle est donnée dans l'exemple de configuration.

4.2 Configuration réseau

Le nœud n'étant pas relié au réseau LoRaWAN, la section **network** n'a pas d'utilité, mais elle doit être présente. Les paramètres réseau sont faussés afin qu'il ne puisse communiquer avec aucun réseau. De plus la période de communication a été fixée à 365 jours.

4.3 Configuration des capteurs

Vient ensuite la configuration des capteurs au moyen du tableau **sensors**. Chaque élément de cette liste est un objet JSON qui décrit un capteur.

4.3.1 Configuration des capteurs internes

Dans l'exemple donné, les capteurs de luminosité **Lumi**, de pression atmosphérique **Press**, d'humidité et de température de l'air **HumiTemp** sont déclarés, donc activés. Ils peuvent être supprimés si non jugés utiles. La période de mesure du capteur est fixée, en heures, par le paramètre **periodHr**. Il est possible d'utiliser à la place **periodMn**, **periodDay** ou **periodSec** pour fixer cette période en minutes, jours ou secondes respectivement.

4.3.2 Configuration d'un capteur STM100

Configurez d'abord le nom du capteur au moyen du paramètre **name**. Dans le fichier d'exemple le nom du premier capteur défini est "HumiSol30". Mais libre à vous de choisir la valeur qui vous convient le mieux. Cette valeur doit cependant faire moins de 31 caractères de long. Il est ici aussi conseillé de choisir un nom court, dans la cas où il est envoyé par ondes radios.

Le **type** de ce capteur est obligatoirement "TruebnerSMT100SDI12".

La période de mesure du capteur est fixée, en heures, par le paramètre **periodHr**. Il est possible d'utiliser à la place **periodMn**, **periodDay** ou **periodSec** pour fixer cette période en minutes, jours ou secondes respectivement.

L'adresse SDI-12 du capteur est indiquée au moyen du paramètre **address**. Sa valeur est un chiffre entre guillemets. Elle correspond à celle configurée en 2.4.

Le paramètre **depthCm** indique la profondeur du capteur dans le sol, en centimètres. C'est un nombre entier positif compris entre 0 et 32 767, bornes incluses.

Le capteur est capable de produire plusieurs données comme nous l'avons vu dans le chapitre de présentation du capteur. Ceci est encore plus vrai pour la version SDI-12. Par défaut, toutes ces mesures et valeurs sont récupérées, sauvegardées et transmises. Cependant, elles ne vous sont peut-être pas toutes utiles. Il est possible de spécifier quelles sont les mesures que vous souhaitez suivre au moyen du paramètre **measurements**. Sa valeur est soit une chaîne de caractère, soit une liste de chaînes de caractères. Dans le premier cas la seule valeur possible est **all**, pour indiquer que vous

voulez toutes les mesures. Cette valeur est équivalente à ne pas spécifier le paramètre `measurements`. Lorsque la valeur du paramètre `measurements` est un tableau, alors celle-ci contient la liste des noms des mesures à exploiter. Les valeurs possibles sont : `"water"`, `"temperature"`, `"voltage"`, `"permittivity"` et `"raw"`, pour la mesure du contenu en eau du sol, sa température, la tension d'alimentation du capteur, la permittivité diélectrique du sol et la valeur brute de l'oscillateur respectivement.

4.3.3 Configuration de la mesure analogique

Le programme du nœud prévoit la possibilité d'activer la mesure d'une tension batterie externe via une entrée analogique disponible. Nous utiliserons donc le sensor de type `"batteryADC"`.

Le nœud `ConneCSenS` dispose de deux entrées analogique appelées `ANA1` et `ANA2`. Par défaut, la première est configurée pour utiliser le protocole de communication 4-20 mA et la seconde pour mesurer une tension comprise entre 0 et 6,5 Volts. Il est cependant possible de modifier ces entrées analogiques pour leur faire mesurer d'autres grandeurs analogiques ou pour modifier les plages de mesure. Ces modifications se font par le changement des résistances R64 et R65 pour l'entrée `ANA1` et des résistances R66 et R67 pour l'entrée `ANA2`. Le convertisseur analogique-numérique convertit une tension comprise entre 0 et 3,3 V en une valeur numérique sur 12 bits. Les résistances servent donc soit à réduire la tension d'entrée pour qu'elle soit compatible avec la plage 0-3,3 V, soit à transformer un courant en une tension comprise dans cette même plage de tensions. Il faut noter que les entrées analogiques du microcontrôleur qui anime le nœud ne sont pas protégées contre des tensions supérieures à 5 V, aussi vous devez vous assurer que la tension entre les résistances R64 et R65, ou R66 et R67, selon l'entrée analogique utilisée, ne dépasse jamais 5 V. Il est même fortement conseillé de ne jamais dépasser 3,3 V en ce point. Calculez donc avec soin vos valeurs de résistances. De manière générale, si des modifications matérielles sont nécessaires, adressez-vous à une personne qualifiée.

Dans le cas qui nous intéresse ici, mesurer la tension délivrée par l'amplificateur de la sonde PAR, nous utiliserons l'entrée `ANA2`, déjà configurée pour mesurer une tension. Par défaut, R66 et R67 ont toutes deux une valeur de 100 k Ω et forment donc un pont diviseur de rapport 2. R66 est connectée à l'entrée analogique du nœud et à l'entrée du convertisseur analogique-numérique (ADC), tandis que R67 est connectée à l'entrée du ADC et à la masse. Pour supprimer le pont diviseur, il faut remplacer la résistance R66 par une valeur de 0 Ω .

4.3.4 12.9.1 Les paramètres obligatoires

`useADCLine` : (obligatoire) indique l'entrée analogique utilisée pour mesurer la tension batterie. La valeur requise ici est `ANA2`.

`voltageDivisor` : (obligatoire) indique le facteur de division de la tension d'entrée. Par exemple, une valeur de 2 indique que la tension batterie est divisée par 2 avant d'être envoyée au convertisseur analogique-numérique. Le capteur saura ainsi qu'il doit multiplier la valeur retournée par le CAN par 2 pour retrouver la tension batterie réelle. Cette valeur de 2 est la valeur à indiquer si la résistance R66 n'est pas remplacée. Si elle est remplacée par une valeur de 0 Ω , la valeur du paramètre doit être mise à la valeur 1. 12.9.2

4.4 Configuration de l'heure

Elle se fait entre les lignes 41 et 55 du fichier d'exemple donné. Le cas typique est d'utiliser le GPS pour la mise à l'heure du nœud, aussi la section `manualUTC` n'est en fait pas utile. Elle est présente dans l'exemple de configuration au cas où il serait nécessaire de faire une mise à l'heure manuelle.

Le paramètre `syncMethod` indique la méthode utilisée par le nœud pour se mettre à l'heure. Écrivez la valeur "GPS" pour activer l'utilisation du GPS.

Dans la section `GPS` le seul paramètre vraiment obligatoire est `periodDay`. Il fixe la période de vérification et de remise à l'heure du nœud en nombre de jours. Plus la période est courte, moins il y a de risques de voir l'heure du nœud dériver, mais plus l'autonomie énergétique du nœud est réduite. **A titre indicatif, la dérive de l'heure du nœud est de moins de 5 secondes par semaine.**

Le paramètre `timeoutSec` est optionnel et fixe le temps d'attente maximal, en secondes, pour obtenir l'heure et la position du GPS. Sa valeur par défaut est de 120 secondes, soit 2 minutes. Il est conseillé d'augmenter cette valeur si les conditions de réception GPS sont difficiles. Il est en revanche déconseillé de dépasser un temps d'attente de 5 minutes, faute de réduire l'autonomie énergétique du nœud.

4.5 Prise en compte de la nouvelle configuration

Sauvegardez votre fichier de configuration. Fermez votre éditeur de texte. Éjectez le disque correspondant à votre nœud dans votre système d'exploitation. Débranchez le câble USB qui relie le nœud à l'ordinateur. Le nœud redémarre alors (pour peu que vous ayez pensé à brancher sa batterie interne).

En cas de problème de syntaxe ou de problème majeur avec le fichier de configuration, les deux LEDs vertes en façade clignotent simultanément et rapidement. Dans ce cas, reconnectez le nœud en USB à votre ordinateur, rouvrez le fichier de configuration et cherchez l'erreur.

5 Assemblage final

La dernière étape, au cas où vous ne l'auriez pas encore faite, est de connecter le ou les capteurs au nœud. Vissez les connecteurs M12 femelles sur les capteurs M12 mâles câblés pour recevoir les capteurs.

En attente d'aller sur le terrain, débranchez le connecteur blanc de la batterie interne du nœud. Vous évitez ainsi qu'il la vide inutilement et de produire des données sans valeur.

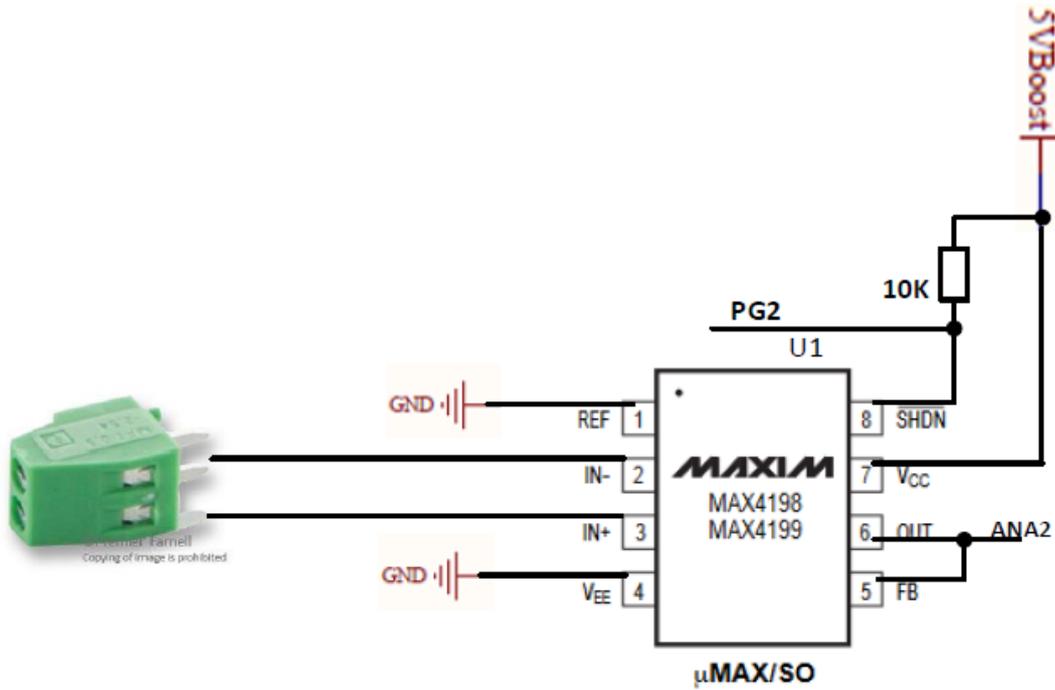
Il est par ailleurs possible de recharger la batterie du nœud au moyen d'un câble USB connecté à un ordinateur ou à un chargeur USB.

6 Annexes

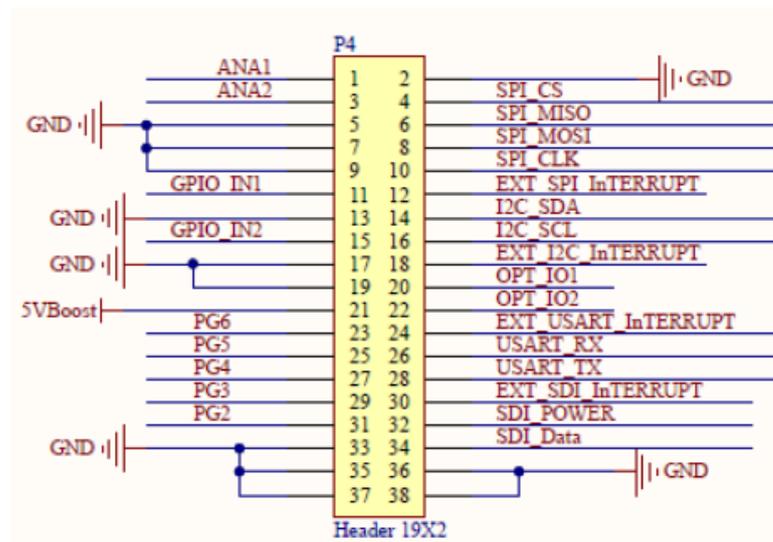
6.1.1 Carte d'amplification TRACE

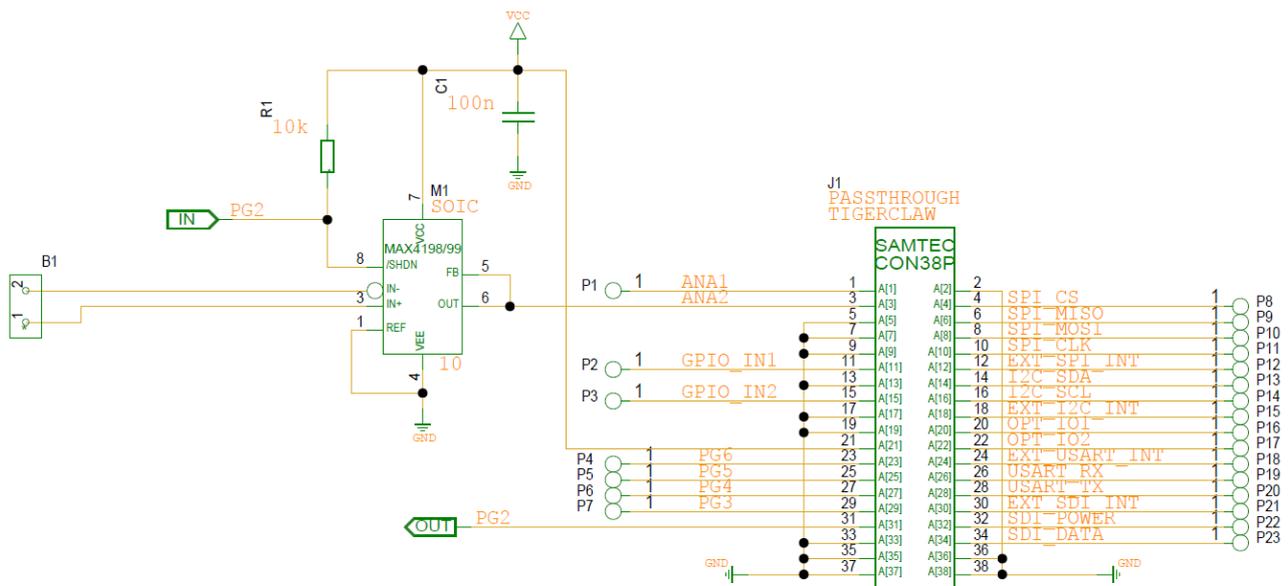
Référents :

- Conception : Laurent Royer
- Schéma : Guillaume Blanchard
- Routage : Richard Vandaële
- Commande composants : Martine Bony
- Câblage : Christian Fayard



Capa de découplage 5V/GND





Liste des composants :

Part Name	Ref Des	Qté	Farnell	Prix unitaire	Prix
MAX4199ESA+ - Amplificateur différentiel		20	2516869	1,91 €	38,20 €
Bornier fil-à-carte, 2.54 mm, 2 Voies		20	3041359	1,50 €	30,00 €
Embase PCB, Carte-à-carte, 2.54 mm,		20	2779373	4,77 €	95,40 €
					- €
				Sous-Total	163,60 €

Safe-PCB France
 les madaspres
 30580 - NÁVACELLES
 France
 Tel : 09 86 61 47 09
 Contact : Fernando FONSECA
 Mail : fernando@safe-pcb.com
 N°TVA : FR60788946218

LABORATOIRE DE PHYSIQUE DE CLERMONT / CN
Campus Universitaire des Cézea
4 Avenue Blaise Pascal
63178 - Aubière
FRANCE

Acheteur :
 Richard VANDAELE - Tel : +33 0475405443

COMMANDE No CDP141174

L'accusé de réception de commande vous sera adressé sous réserve de validation du dossier technique

Code client	Référence commande client	Date de la commande	Adresse de livraison
C04416	TRACE	18/05/2020	
N° TVA	Conditions de règlement	-	
	pro-forma	-	
Délai de fabrication	Date expédition	Date réception	
5 jours	25/05/2020	27/05/2020	

Matériau utilisé	Marque	Référence	Caractéristiques
Laminate	SHENGYI	S1000H	FR4 Laminate - TG150
Prepreg	SHENGYI	S1000H	Prepreg - TG150
Vernis	KSM	KSM-S6188-G3	Green soldermask

Nom du circuit	Informations commerciales	
TRACE	Prix unitaire HT	11.010 €
Fichier gerber enregistré	Quantité circuits	20
TRACE.zip	Prix total PCB (HT)	220.20 €
Demande particulière		
	Total net (HT)	220.20 €
	TVA : 20 %	44.04 €
	Montant total TTC	264.24 €

Résumé de commande valable sous réserve de :
 1) Disponibilité des matières premières à la date de l'enregistrement de la commande
 2) Vérification et validation du dossier technique par nos ingénieurs
 3) Offre soumise aux conditions générales de vente à consulter sur www.safe-pcb.com