

ANF DeCapin – Déploiement de Capteurs *in natura*

Choix de capteurs et techniques de déploiement *in natura*

Daniel BERVEILLER

Laboratoire Ecologie, Systématique et Evolution
CNRS / Univ. Paris-Saclay / AgroParisTech

Réseau RTCE

☐ SOMMAIRE

1. Les caractéristiques d'un capteur / dispositif de mesure
2. Choix du capteur et préparation(s) pour son déploiement *in natura*
3. Les outils/techniques pratiques du déploiement
4. Conclusions et perspectives

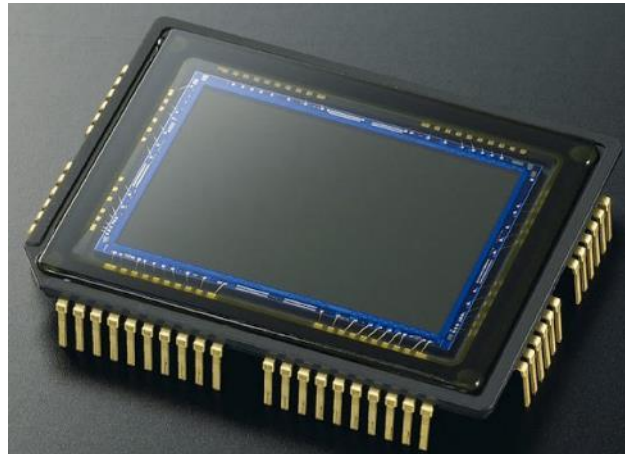


1. Les caractéristiques d'un capteur / dispositif de mesure

1. Caractéristiques d'un dispositif de mesure

□ Plusieurs formes

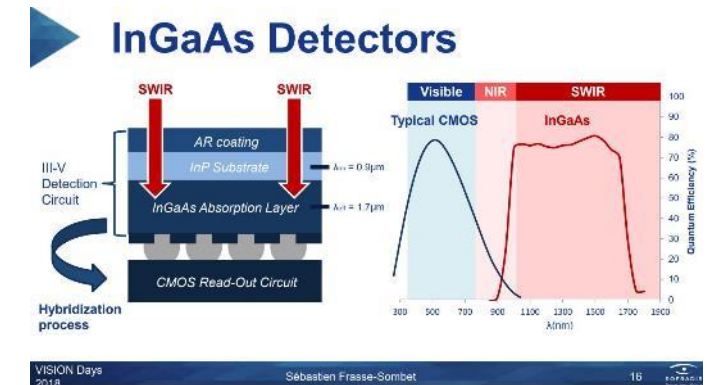
- **Sonde/capteur, voire simple élément sensible**
 - ✓ Capteurs plus ou moins complexes



Capteur CCD utilisé en photographie, vidéo, ... (supplanté par le CMOS, moins coûteux) permettant de produire une photographie (image 2D). (Crédits photo : Wikipédia)



Photodétecteurs utilisés pour la mesure de gaz ou gaz trace dans l'air et utilisés dans la photospectroscopie (associé à un CMOS). (Crédits photos : Hamamatsu Ltd.)



1. Caractéristiques d'un dispositif de mesure

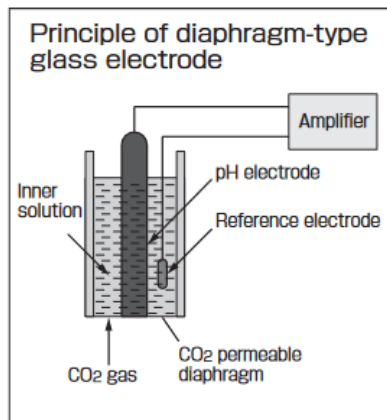
□ Plusieurs formes

○ Analyseur

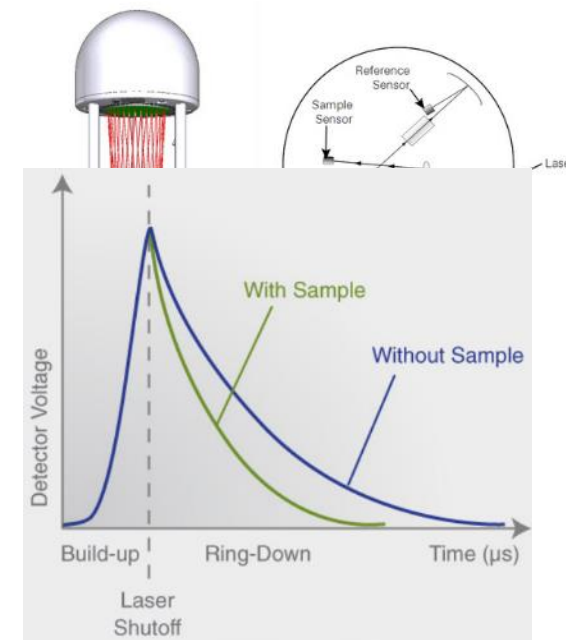
✓ Exemples d'analyseurs de gaz



Sonde de mesure de CO₂ dans l'air ou les liquides



Analyseurs NDIR (Non-Dispersive Infra Red) : utilisation d'une source IR et d'un détecteur (type photodiode) pour la mesure de CO₂ et H₂O dans l'air (Crédits photos : LI-COR)



Analyseurs de gaz trace (CH₄, NO₂, CO, isotopes, ... combinaisons de plusieurs gaz CO₂/CH₄/ C isotopes). (Crédits photos : PICARRO)



Analyseur laser open-path pour la mesure de CH₄ dans l'air. (Crédits photos : LI-COR)

2. Choix du capteur et préparation(s) pour son déploiement *in natura*

□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Quel environnement ?

- ✓ Dans l'air ? Dans un liquide ? eau, +/- agressif (acide, basique, turbide, etc...) ? Dans une matrice (réacteur biologique, boue, ...)



Exemple d'un capteur de rayonnement PAR « designé » pour résister à l'immersion (Crédits photo : LI-COR)

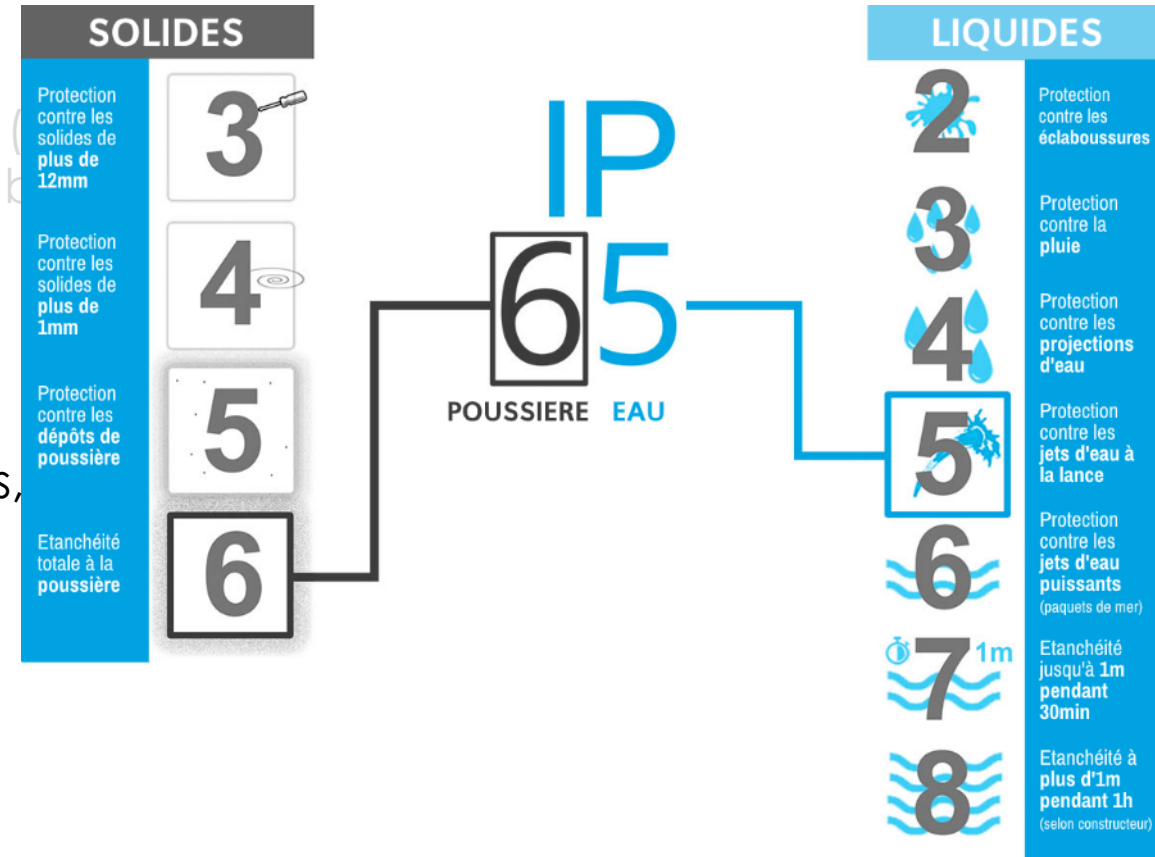
□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Quel environnement ?

- ✓ Dans l'air ? Dans un liquide ? eau, +/- agressif (pH) ? Dans un gaz (turbide, etc...) ? Dans une matrice (réacteur biologique) ?

○ Quelles conditions environnementales ?

- ✓ Quelles conditions de température, humidité
- plage de température *a priori*, rayonnements, gaz oxydatifs ? Quelles conditions CEM ?
- Quel indice de protection IP ?



□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Quel environnement ?

- ✓ Dans l'air ? Dans un liquide ? eau, +/- agitée, turbide, etc...) ? Dans une matrice (réacteur...)

○ Quelles conditions environnementales ?

- ✓ Quelles conditions de température, humidité, plage de température *a priori*, rayonnement, gaz oxydatifs ? Quelles conditions CEM ? Quel indice de protection IP ?

○ Quel encombrement ?

- ✓ Selon la taille et la masse du capteur, le capteur ou le dispositif tout entier sera ou non adapté



Eléphant de mer mâle équipé de trois balises collées sur son dos et sa tête : le sonar, le CTD (Conductivity Temperature Depth) GPS, et la petite balise spot à l'arrière pour pouvoir le retrouver plus facilement quand il revient à terre. (Crédit photo : Pauline Goulet)

□ Conditions d'utilisation et spécifications

- **Quels besoins énergétiques ? → quelles sources d'énergies disponibles**
 - ✓ Consommation éventuelle du capteur (regarder en Ampères ou milli Ampères)
 - ✓ Sources d'énergies disponibles : secteur ? batteries (Pb, Lithium, ...) ? via panneaux solaires, éolienne, turbine, ...
 - ✓ Attention à la perte de charge : adaptation de la section du câble d'alimentation

□ Conditions d'utilisation et spécifications

- **Quels besoins énergétiques ? → quelles sources d'énergies disponibles**
 - ✓ Consommation éventuelle du capteur (regarder en Ampères ou milli Ampères)
 - ✓ Sources d'énergies disponibles : secteur ? batteries (Pb, Lithium, ...) ? via panneaux solaires, éolienne, turbine, ... ?
 - ✓ Attention à la perte de charge : adaptation de la section du câble d'alimentation
- **Quels moyens de communication ?**
 - ✓ Filaire (analogique, numérique), radio (bluetooth, wifi, autres bandes radio) ou optique ?

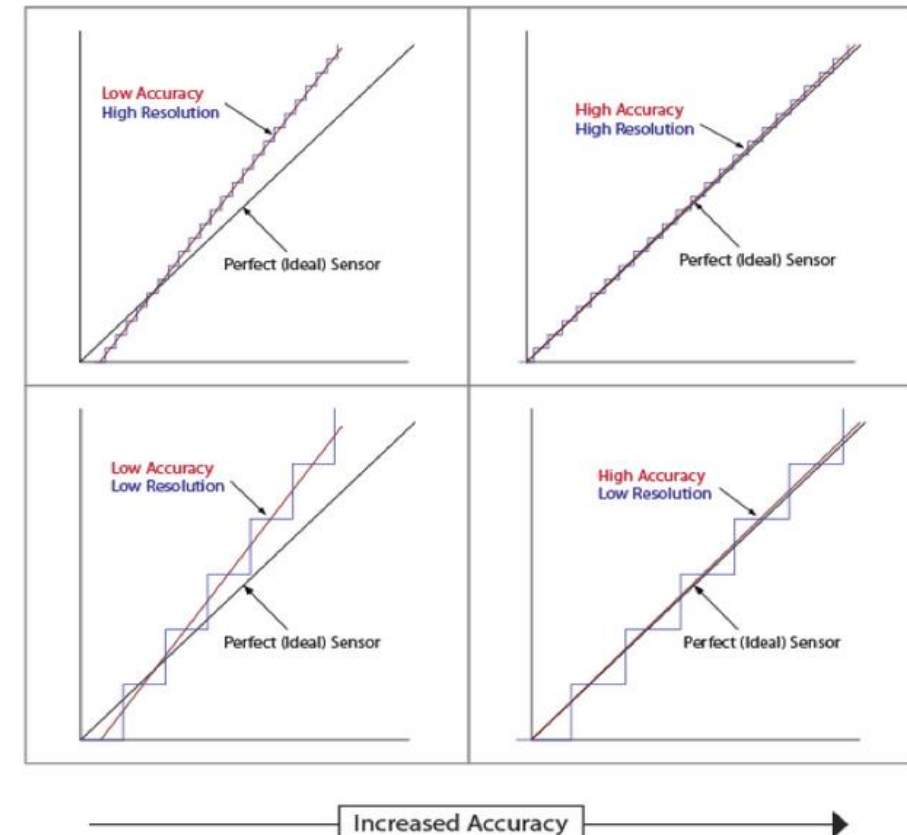
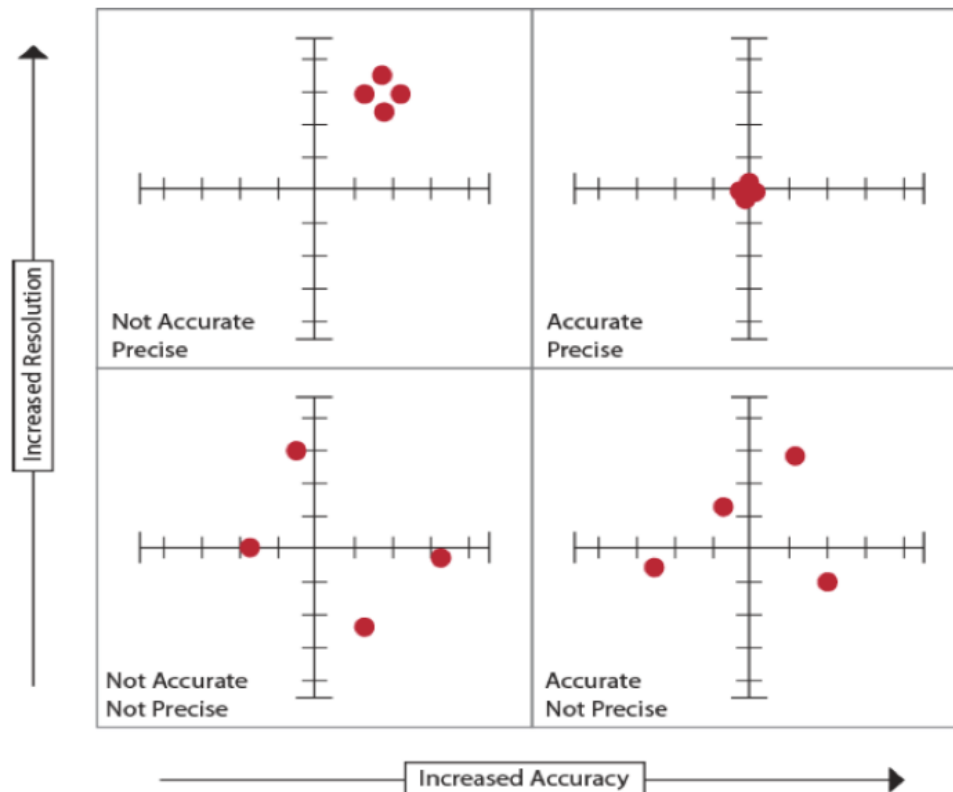
□ Conditions d'utilisation et spécifications

- **Quels besoins énergétiques ? → quelles sources d'énergies disponibles**
 - ✓ Consommation éventuelle du capteur (regarder en Ampères ou milli Ampères)
 - ✓ Sources d'énergies disponibles : secteur ? batteries (Pb, Lithium, ...) ? via panneaux solaires, éolienne, turbine, ... ?
 - ✓ Attention à la perte de charge : adaptation de la section du câble d'alimentation
- **Quels moyens de communication ?**
 - ✓ Filaire (analogique, numérique), radio (bluetooth, wifi, autres bandes radio) ou optique ?
- **Quelles caractéristiques spécifiques du capteur ?**
 - ✓ Gamme de mesure ? Linéarité ? Temps de réponse ? Sensibilité, justesse et fidélité ?

□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Quelles caractéristiques spécifiques du capteur ?

✓ Gamme de mesure ? Linéarité ? Temps de réponse ? **Sensibilité, justesse et fidélité ?**



□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Lecture des spécifications d'un capteur : exemple du thermo-hygromètre HMP155 (Vaisala)

Spécifications	
Compatibilité électromagnétique	Conforme à la norme CEM EN61326-1
Matériau du boîtier	PC
Classification du boîtier	IP66
Tension de sortie	0 à 1 Vcc
Consommation moyenne de courant	≤ 3 mA (mode de sortie analogique)
Tension de fonctionnement	7 à 28 Vcc
Temps de préchauffage	2 s (lors de la mise sous tension)
Élément sensible de remplacement sur le terrain ou réétalonnage	Réétalonnage
Diamètre de l'extrémité	1,2 cm
Longueur	27,9 cm
Hauteur de la tête	4 cm
Hauteur du corps	2,4 cm
Largeur du corps	2,0 cm

✓ Caractéristiques générales :

✓ Fabrication et IP (manque la masse)

- ✓ PC = polycarbonate
- ✓ Matériau parfois très important : exemple de la résistance aux UVs, à la corrosion ou aux gaz réactifs (impact sur la mesure)
- ✓ IP 66 → Étanche à la poussière, Protection contre les jets d'eau puissants

✓ Consommation

- ✓ Plage de tension d'alim confortable
- ✓ Faible consommation de courant

✓ Dimensions

- ✓ Informations permettant d'adapter un support, un accessoire, une protection (abri), etc.

✓ Durée de vie ?

☐ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Lecture des spécifications d'un capteur : exemple du thermo-hygromètre HMP155 (Vaisala)

Elément sensible	HUMICAP 180R
Gamme de mesure	0 à 100% HR (sans condensation)
Temps de réponse	<ul style="list-style-type: none"> Le temps de réponse pour l'humidité relative concerne le capteur HUMICAP®180R© à 20°C dans un air stable avec un boîtier en PTFE fritté et pour une gamme de 0 à 75% HR. 20 s (63% d'un changement par étape) 60 s (90% d'un changement par étape)
Incertitude d'étalonnage en usine	<ul style="list-style-type: none"> L'incertitude de l'étalonnage usine est défini comme ± 2 fois les limites de l'écart-type. Incertitude mesurée à +20°C. Des variations mineures sont possibles, voir aussi le certificat d'étalonnage. $\pm 0,6\%$ HR 0% à 40% HR $\pm 1,0\%$ HR 40% à 97% HR
Exactitude de mesure	<ul style="list-style-type: none"> <i>-NOTE- L'exactitude de mesure sur l'humidité relative inclut la non-linéarité, l'hystérésis, et la répétabilité.</i> $\pm 1\%$ HR (de 15°C à 25°C, 0% à 90% HR) $\pm 1,7\%$ HR (de 15°C à 25°C, 90% à 100% HR) $\pm(1,4 + 0,032 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -60°C à -40°C) $\pm(1,2 + 0,012 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -40°C à -20°C) $\pm(1,0 + 0,008 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -20°C à +40°C)

✓ Caractéristiques spécifiques (ici sur le capteur d'humidité) :

✓ Gamme de mesure

✓ Plage complète de mesure pour le mesurande concerné

□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Lecture des spécifications d'un capteur : exemple du thermo-hygromètre HMP155 (Vaisala)

Elément sensible	HUMICAP 180R
Gamme de mesure	0 à 100% HR (sans condensation)
Temps de réponse	<ul style="list-style-type: none"> Le temps de réponse pour l'humidité relative concerne le capteur HUMICAP®180R© à 20°C dans un air stable avec un boîtier en PTFE fritté et pour une gamme de 0 à 75% HR. 20 s (63% d'un changement par étape) 60 s (90% d'un changement par étape)
Incertitude d'étalonnage en usine	<ul style="list-style-type: none"> L'incertitude de l'étalonnage usine est défini comme ± 2 fois les limites de l'écart-type. Incertitude mesurée à +20°C. Des variations mineures sont possibles, voir aussi le certificat d'étalonnage. $\pm 0,6\%$ HR 0% à 40% HR $\pm 1,0\%$ HR 40% à 97% HR
Exactitude de mesure	<ul style="list-style-type: none"> <i>-NOTE- L'exactitude de mesure sur l'humidité relative inclut la non-linéarité, l'hystérésis, et la répétabilité.</i> $\pm 1\%$ HR (de 15°C à 25°C, 0% à 90% HR) $\pm 1,7\%$ HR (de 15°C à 25°C, 90% à 100% HR) $\pm (1,4 + 0,032 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -60°C à -40°C) $\pm (1,2 + 0,012 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -40°C à -20°C) $\pm (1,0 + 0,008 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -20°C à +40°C)

✓ Caractéristiques spécifiques (ici sur le capteur d'humidité) :

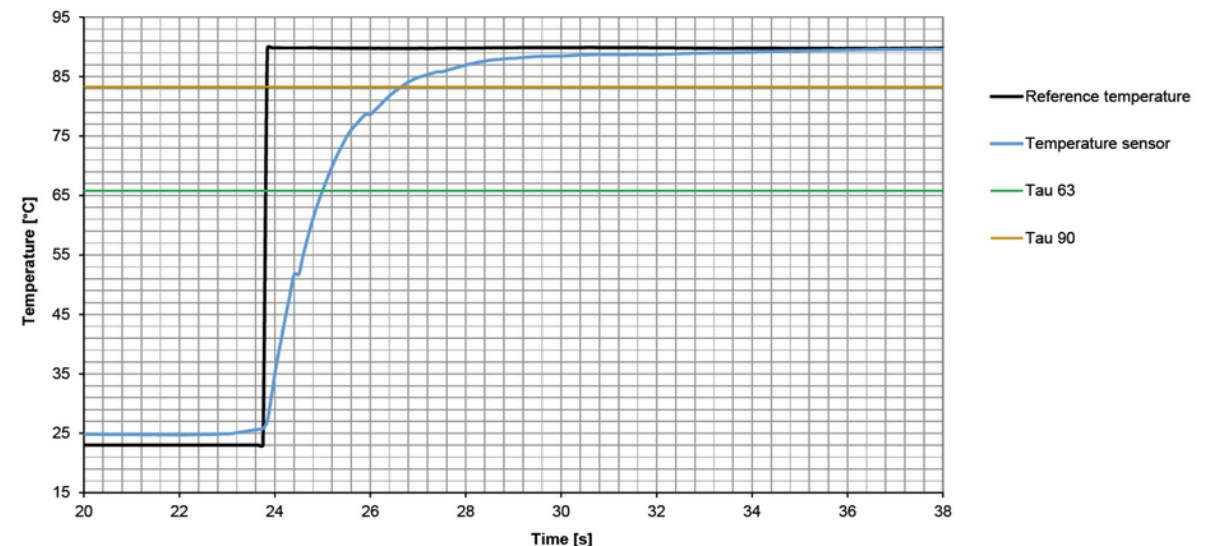
✓ Gamme de mesure

✓ Plage complète de mesure pour le mesurande concerné

✓ Temps de réponse

✓ 20s à 63% et 60s à 90% ? Exemple d'illustration sur un capteur de température

✓ Dépend principalement de la construction du capteur



□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Lecture des spécifications d'un capteur : exemple du thermo-hygromètre HMP155 (Vaisala)

Elément sensible	HUMICAP 180R
Gamme de mesure	0 à 100% HR (sans condensation)
Temps de réponse	<ul style="list-style-type: none"> Le temps de réponse pour l'humidité relative concerne le capteur HUMICAP®180R© à 20°C dans un air stable avec un boîtier en PTFE fritté et pour une gamme de 0 à 75% HR. 20 s (63% d'un changement par étape) 60 s (90% d'un changement par étape)
Incertitude d'étalonnage en usine	<ul style="list-style-type: none"> L'incertitude de l'étalonnage usine est défini comme ± 2 fois les limites de l'écart-type. Incertitude mesurée à +20°C. Des variations mineures sont possibles, voir aussi le certificat d'étalonnage. $\pm 0,6\%$ HR 0% à 40% HR $\pm 1,0\%$ HR 40% à 97% HR
Exactitude de mesure	<ul style="list-style-type: none"> <i>-NOTE- L'exactitude de mesure sur l'humidité relative inclut la non-linéarité, l'hystérésis, et la répétabilité.</i> $\pm 1\%$ HR (de 15°C à 25°C, 0% à 90% HR) $\pm 1,7\%$ HR (de 15°C à 25°C, 90% à 100% HR) $\pm(1,4 + 0,032 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -60°C à -40°C) $\pm(1,2 + 0,012 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -40°C à -20°C) $\pm(1,0 + 0,008 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -20°C à +40°C)

✓ Caractéristiques spécifiques (ici sur le capteur d'humidité) :

✓ Gamme de mesure

✓ Plage complète de mesure pour le mesurande concerné

✓ Temps de réponse

✓ 20s à 63% et 60s à 90%

✓ Dépend principalement de la construction du capteur

✓ Incertitude d'étalonnage

□ Conditions d'utilisation et spécifications

○ Lecture des spécifications d'un capteur : exemple du thermo-hygromètre HMP155 (Vaisala)

Elément sensible	HUMICAP 180R
Gamme de mesure	0 à 100% HR (sans condensation)
Temps de réponse	<ul style="list-style-type: none"> Le temps de réponse pour l'humidité relative concerne le capteur HUMICAP®180R© à 20°C dans un air stable avec un boîtier en PTFE fritté et pour une gamme de 0 à 75% HR. 20 s (63% d'un changement par étape) 60 s (90% d'un changement par étape)
Incertitude d'étalonnage en usine	<ul style="list-style-type: none"> L'incertitude de l'étalonnage usine est défini comme ± 2 fois les limites de l'écart-type. Incertitude mesurée à +20°C. Des variations mineures sont possibles, voir aussi le certificat d'étalonnage. $\pm 0,6\%$ HR 0% à 40% HR $\pm 1,0\%$ HR 40% à 97% HR
Exactitude de mesure	<ul style="list-style-type: none"> <i>-NOTE- L'exactitude de mesure sur l'humidité relative inclut la non-linéarité, l'hystérésis, et la répétabilité.</i> $\pm 1\%$ HR (de 15°C à 25°C, 0% à 90% HR) $\pm 1,7\%$ HR (de 15°C à 25°C, 90% à 100% HR) $\pm(1,4 + 0,032 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -60°C à -40°C) $\pm(1,2 + 0,012 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -40°C à -20°C) $\pm(1,0 + 0,008 \times \text{lecture}) \%$ HR (de -20°C à +40°C)

✓ Caractéristiques spécifiques (ici sur le capteur d'humidité) :

✓ Gamme de mesure

✓ Plage complète de mesure pour le mesurande concerné

✓ Temps de réponse

✓ 20s à 63% et 60s à 90%

✓ Dépend principalement de la construction du capteur

✓ Incertitude d'étalonnage

✓ Fidélité/exactitude (accuracy) et justesse/répétabilité (precision)



3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Installation

○ Selon l'environnement

- ✓ **Choix éventuel d'un coffret adapté** pour protéger
 - ✓ Le capteur
 - ✓ Le dataloger
 - ✓ Le dispositif de transmission de données (ex. modem, radio)
 - ✓ L'alimentation (ex. batterie, régulateur, convertisseur dc/dc)



Abri ventilé pour capteur de T° ou T°/RH. Existe aussi à ventilation forcée (ventilateur)

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Installation

○ Selon l'environnement

- ✓ **Choix éventuel d'un coffret adapté** pour protéger
 - ✓ Le capteur
 - ✓ Le dataloger
 - ✓ Le dispositif de transmission de données (ex. modem, radio)
 - ✓ L'alimentation (ex. batterie, régulateur, convertisseur dc/dc)

- ✓ **Installation éventuelle selon les normes WMO**
 - ✓ WMO = OMM = Organisation Mondiale de la Météorologie
 - ✓ Elles définissent, par ex pour une station météo :
 - ✓ la hauteur d'installation normalisée
 - ✓ la distance aux obstacles



Abri ventilé pour capteur de T° ou T°/RH. Existe aussi à ventilation forcée (ventilateur)



3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Installation

○ Selon l'environnement

✓ **Choix éventuel d'un coffret adapté** pour protéger

Selon les contraintes, le coffret sera ensuite percé pour faire sortir les câbles via des presse-étoupes, passe câbles, ...

Utilisation éventuelle de pâte terostat 7 (réduire au maximum les interstices)

Matériau du coffret à prendre en compte pour la durabilité (résistance aux Uvs → polyester, polycarbonate ; PTFE (Teflon) ...



Coffret de dérivation
avec presses étoupes



Pâte Terostat 7



3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

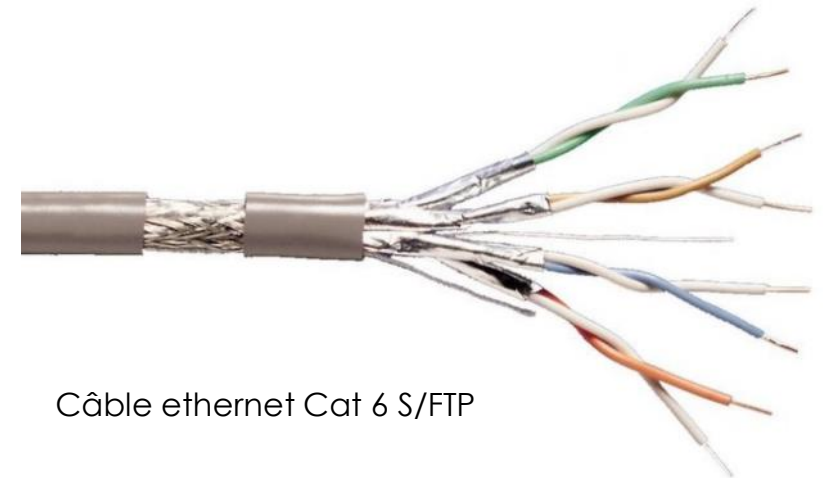
□ Câblage

○ Choix de la connexion filaire :

- Choix du câble : **privilégier les câbles blindés**



Câble 3 paires toradées, blindage alu + tresse Cu étamé



Câble ethernet Cat 6 S/FTP

S'assurer de la continuité des blindages

→ voir Webinaire CEM

- ✓ Connexion RS232 → 60 m max à 2400 bds, 30m max à 4800 bds
- ✓ Connexion Ethernet → 100-120 m max
- ✓ Connexion RS485 → 1000 m max selon le débit configuré
- ✓ Connexion SDi12 → 65 m (www.unidata.com.au), 1200 bds

} protocoles permettant de connecter plusieurs capteurs

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Câblage

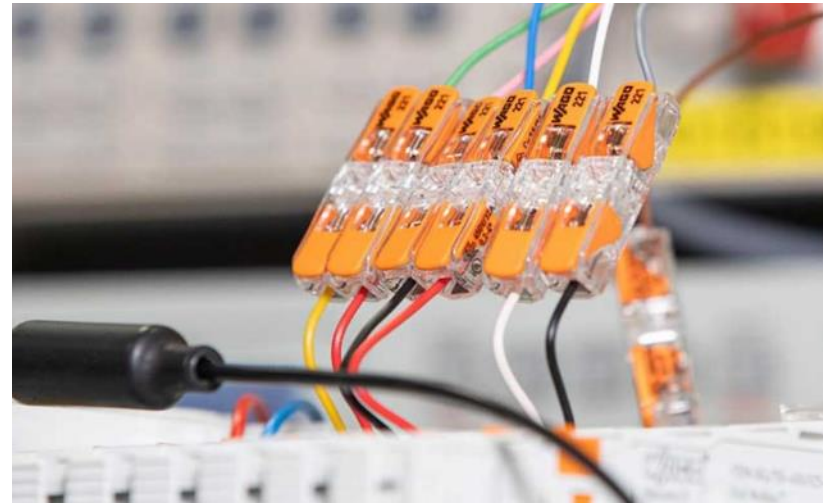
- **Choix de la connexion filaire :**
 - Prolongation des câbles

- Gaine thermo



Soudure à l'étain puis utilisation de **gaine thermorétractable** sur chaque fil puis sur le câble

- Boite de dérivation
 - Utilisation de connecteurs
 - Résine éventuelle



Connecteurs type Wago à levier (pour multibrins)



Coulage de boite de dér. avec résine

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Câblage

- **Suivi et maintenance :**
 - Etiquetage → utilisation étiqueteuse type Dymo utilisable avec gaine thermo
 - Numérotation avec bagues de repérage



- Utilisation éventuelle d'embouts de câblage

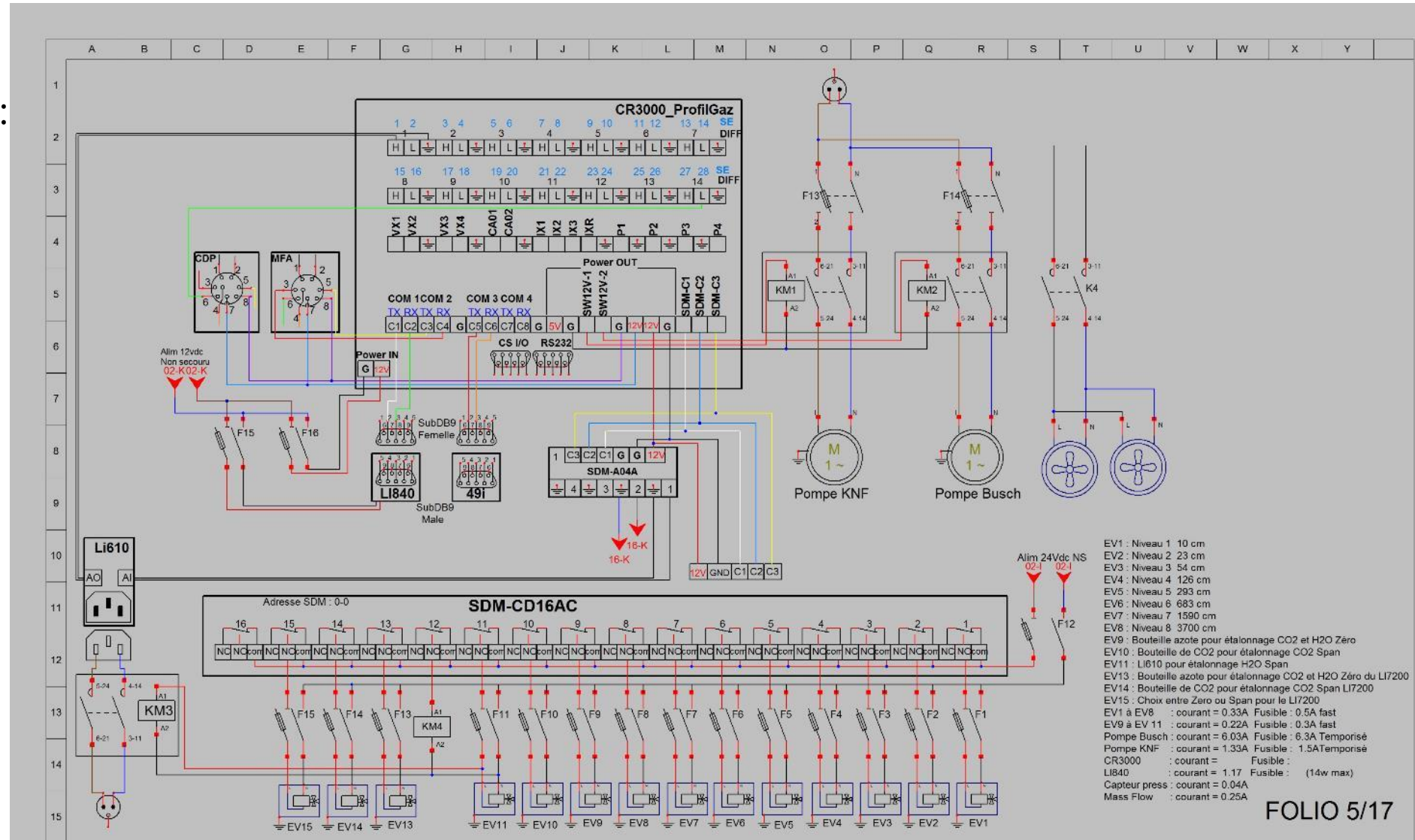


3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Câblage

- **Suivi et maintenance :**
 - Réalisation de schéma de câblage lorsque l'installation devient importante

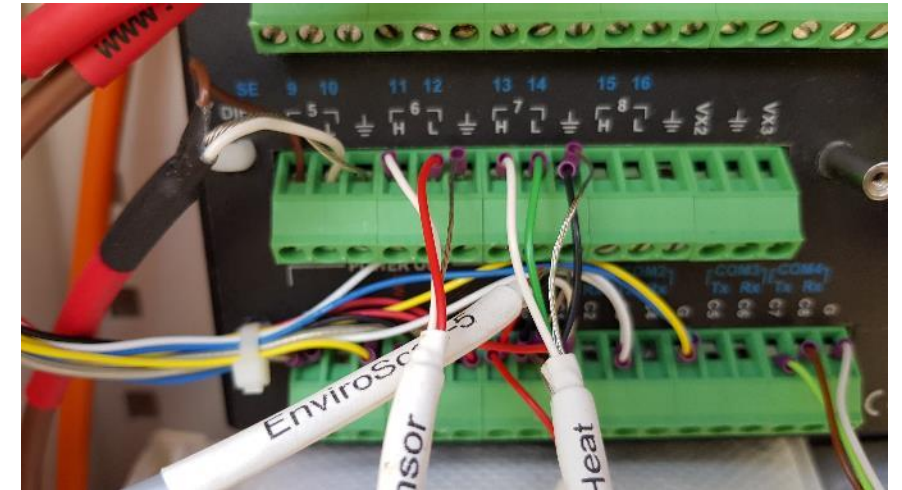
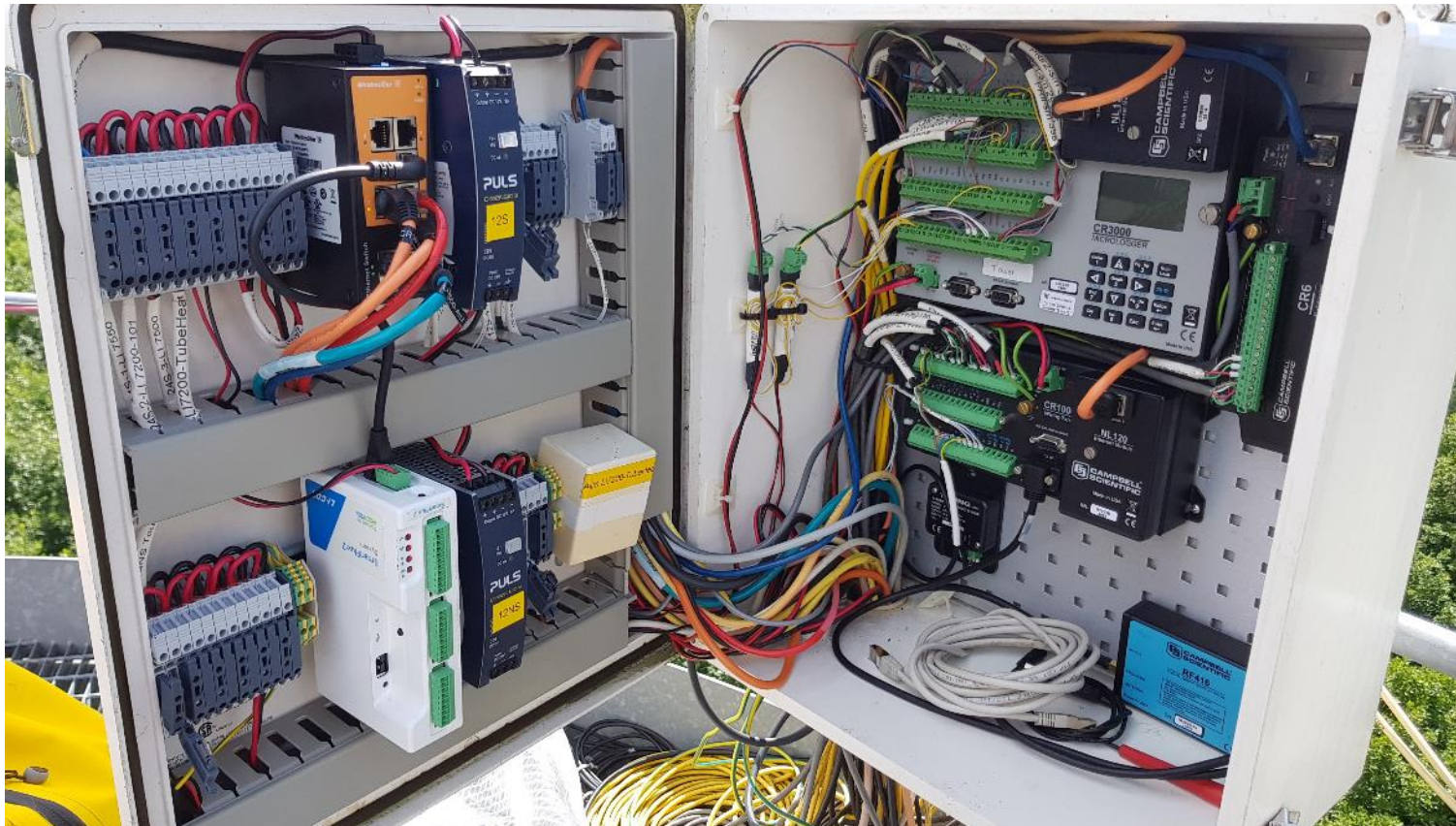
Exemple de schéma réalisé avec la version gratuite de Winrelais



3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Câblage

○ Suivi et maintenance : exemples de réalisations



3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Suivi qualité du capteur et de la mesure

○ Suivre les préconisations constructeur du capteur ou à défaut :

- Nettoyer les surfaces (ex. : abris, dôme de capteur de rayonnement,
- Remplacer les filtres et les pièces d'usure (ex. de systèmes de pompage avec analyseurs)

○ **Effectuer un calibrage régulier :**

- En usine → certificat de calibrage (définit généralement selon la norme ISO 17025)
- Comparaison à une référence connue et étalonnée (ex. d'un capteur de rayonnement utilisé uniquement pour cela et stocké le reste du temps au sec, à l'obscurité et à température constante)

ISO/IEC 17025 CALIBRATION CERTIFICATE

CERTIFICATE NUMBER	027359110294
PYRANOMETER MODEL	CMP 22
SERIAL NUMBER	110294
CALIBRATION DATE	07 November 2022
INSTRUMENT CLASS	ISO 9060, Class A (Sec. Standard)*
CALIBRATION PROCEDURE	ISO 9847 par5.3.2, A3
REFERENCE PYRANOMETER	Kipp & Zonen CM 22 sn REF1 active from 01 January 2022
REFERENCE PYRANOMETER CALIBRATION PROCEDURE	ISO 9846 par5
CALIBRATION LOCATION	Delft The Netherlands
CUSTOMER	CNRS-Universite Paris-Saclay-IDEEV 12 route RD1258 91190 GIF SUR YVETTE FRANCE
REMARKS	Instrument condition: The calibration item was received fully functional and did not show any erratic behavior or irregularities during calibration. Instrument changes after last calibration: no

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

□ Suivi qualité du capteur et de la mesure

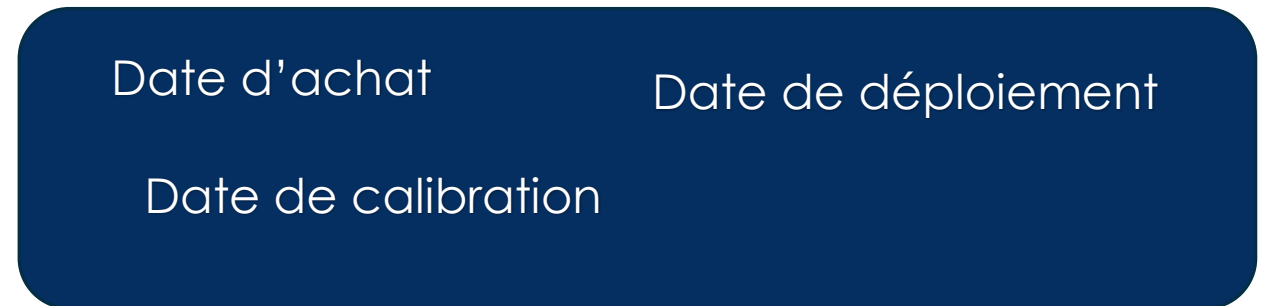
○ Assurer le suivi opérationnel :

○ Utilisation d'un « log book » ou équivalent



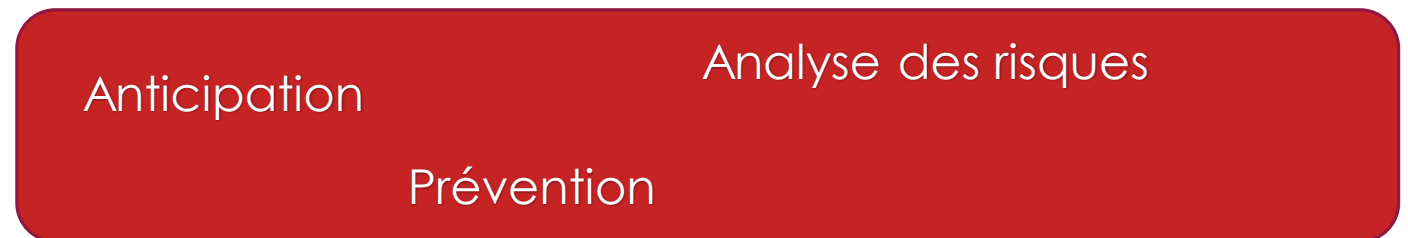
Qui ?
Quand ?
Quoi ?
Comment ?
Commentaires
éventuels ?

○ Mise en place d'une fiche de vie du capteur



Date d'achat
Date de déploiement
Date de calibration

○ Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité (AMDEC)



Anticipation
Analyse des risques
Prévention

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

☐ Suivi qualité du capteur et de la mesure

○ Assurer le suivi opérationnel :

○ Exemple simple de suivi de capteurs : fichier Excel utilisé sur la station ICOS de Barbeau

Fournisseur	Marque	Model	Serial number	Date d'achat	Date de livraison	n° inventaire CNRS	Date d'installation	Date de désinstallation	1er Etalonnage usine		Installé OU ?
									Date	n° certificatic	
TC Direct	PT100	PT100 Classe A-Long 50 mm-dia 6mm 35m	PT100-35-07	29/09/2017	23/10/2017	-					réserve
TC Direct	PT100	PT100 Classe A-Long 50 mm-dia 6mm 35m	PT100-35-08	29/09/2017	23/10/2017	-					réserve
TC Direct	PT100	PT100 Classe A-Long 50 mm-dia 6mm 35m	PT100-35-09	29/09/2017	23/10/2017	-					réserve
TC Direct	PT100	PT100 Classe A-Long 50 mm-dia 6mm 35m	PT100-35-10	29/09/2017	23/10/2017	-					réserve
Kipp & Zonen	Kipp & Zonen	CMP6	172500	02/10/2017	24/10/2017	-	27/11/2017		04/10/2017	U101331/230	Backup station
Milexia	Getac	T-800	RI303T0360	03/08/2018	04/09/2018	1283560-0	-	-	-	-	réserve
Zimmer	Laser Technology	TruPulse 360R	8156	02/08/2018	04/09/2018	1283512-0	-	-	-	-	réserve
Kitting Telecom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tour
Campbell Sci. France	Gill	WindSonic 1405-PK-100	18010088	07/09/2018	14/09/2018	1285216-0	18/09/2018				Profil H=23m
Alliance Technologie	Gill	WindSonic 1405-PK-100	11460080			6713-95-7845-2012	18/12/2012	18/09/2018			Réparation puis réserve
Sat2Way	ViaSat	RM4100	283714162147	02/10/2018	03/10/2018	-	08/10/2018		-	-	Cabane
StarDot	StarDot	CAM-SEC5IR-B	0030F4D0A969	27/09/2018	07/12/2018						réserve
Campbell Sci. France	Campbell Sci.	CR6									réserve
LiCor	LiCor	Vane pump upgrade kit	-	09/10/2018	12/10/2018	1291227-0	16/10/2018		-	-	Sol dans Li8100A
IFER	Field-Map	Field-Map Bundle/Project Manager + Sentinel SuperPro USB hardlock (single licence) SN: 250/105	-	15/10/2018	15/11/2018	1289531-0	01/12/2018		-	-	Sur tablette Getac T-800
Campbell Sci. France	Kipp & Zonen	PQS1	181594	23/11/2018	17/12/2018	-	09/04/2019	15/01/2021	08/11/2018	18068181594	réserve
Campbell Sci. France	Kipp & Zonen	PQS1	181595	23/11/2018	17/12/2018	-	09/04/2019	15/01/2021	08/11/2018	18068181595	réserve
Campbell Sci. France	Vaisala	HMP155	P4920368	23/11/2018	17/12/2018	-	21/03/2019		05/12/2018	H54-	Profil H=03m avec Young 43502H sn AVF11038
Campbell Sci. France	Vaisala	HMP155	P4920369	23/11/2018	17/12/2018	-	21/03/2019		05/12/2018	H54-	Profil H=29m avec Young 43502H sn AVF11035
Campbell Sci. France	Vaisala	HMP155	P4920370	23/11/2018	17/12/2018	-	21/03/2019		05/12/2018	H54-	Profil H=37m avec Young 43502H sn AVF11033
Campbell Sci. France	Campbell Sci.	CR1000X	8168		15/04/2019	-			-	-	Temp sol - CP04
Campbell Sci. France	Campbell Sci.	AM16/32	E12707		15/04/2019	-			-	-	Temp sol - CP04
Campbell Sci. France	Campbell Sci.	CR1000X	8169		15/04/2019	-			-	-	Temp sol - CP01, CP02 et CP03
Campbell Sci. France	Campbell Sci.	AM16/32	E12708		15/04/2019	-			-	-	Temp sol - CP01, CP02 et CP03
Campbell Sci. France	Campbell Sci.	AM16/32	E12709		15/04/2019	-			-	-	Temp sol - CP01, CP02 et CP03
LiCor	LiCor	LI-850	HGA-5310	09/09/2019	24/09/2019	CNRS-1318942-0		17/01/2022	10/04/2019	-	réserve
OTT Hydromet	Kipp & Zonen	CNR4	192262	20/09/2019	03/10/2019	CNRS-1319919-0	10/11/2020		25/09/2019	U1304019220	Tour

3. Les outils/techniques pratiques du déploiement

☐ Suivi qualité du capteur et de la mesure

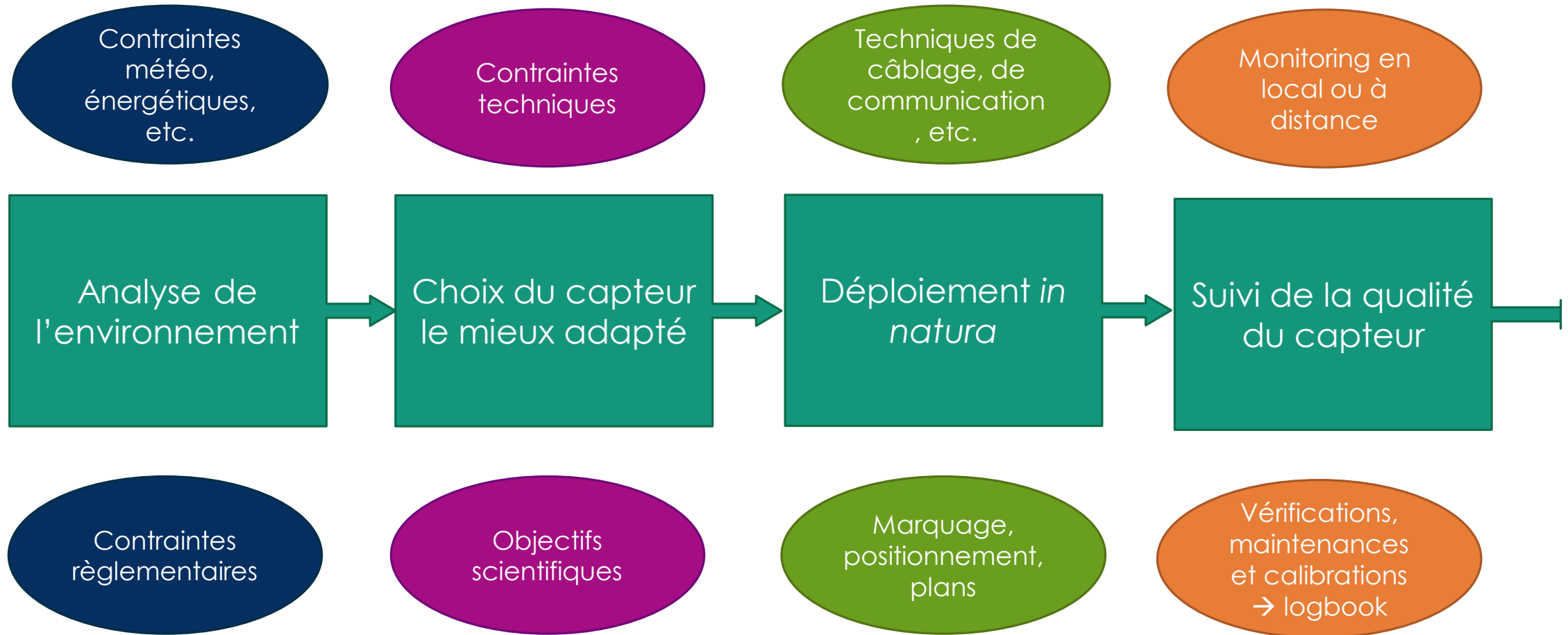
○ Assurer le suivi opérationnel :

○ Exemple simple de suivi de capteurs : fichier Excel utilisé sur la station ICOS de Barbeau

Marque	Model	Serial number	Lieu d'installation	Premier etalonnage usine		Ré-étalonnages Calib usine Calib terrain / labo Chgt source IR		Ré-étalonnages Calibration usine Calibration terrain Changement source IR	
				Date	n° certif	Date	n° certif	Date	n° certif
LiCor	LI-840	HGA-0186	cabane	-	-	17/05/2017		06/12/2017	-
LiCor	LI-850	HGA-5310	réserve	10/04/2019	-				
LiCor	LI-190	Q 21772	réserve			23/11/2012	-	26/07/2023	-
Memmert	UFE800	G812.0548	Labo	09/11/2012	112.3294				
MeteoLabor	Thygan VTP37	397	Tour	12/06/2013	101-0275				
Precis Méca	3029-2	22251	Tour	-	-				
Sentek	Enviroscan 1	FRFON_SWCP0	dans tubes d'accès 4	-	-				
Sentek	Enviroscan 2	FRFON_SWCC1	dans tubes d'accès 7	-	-				
Sentek	Enviroscan 3	FRFON_SWCP2	dans tubes d'accès 14	-	-				
Sentek	Enviroscan 4	FRFON_SWCP3	dans tubes d'accès 21	-	-				
Sentek	Enviroscan 5	FRFON_SWCP4	dans tube d'accès 25	-	-				
Sextant	FOS		Analyseur O3 rapide 1	-	-				
Sextant	FOS		Analyseur O3 rapide 2	-	-				
Sigma	FishEye 4.5mm F2.8	12390601	-	-	-				
MeteoLabor	Thygan VTP37		397 Tour	-	-	01/11/2022			
Thermo	49i	1230755315	Analyseur O3 lent	13/11/2012	633				
Vaisala	HMP155	H1920007	Météo II	08/05/2012	H54-12190068				
Vaisala	HMP155	J2840028	réserve	14/07/2013	H54-13280192				
Vaisala	HMP155	G4930023	Profil H=11m avec Young 43502H sn AVF11037	08/12/2011	H54-11490090	01/04/2019	H45-19140002	25/05/2021	H45-21210024
Vaisala	HMP155	G4930024	réserve	08/12/2011	H54-11490091	25/06/2020	H33-20260075	27/06/2023	HEL232630156
Vaisala	HMP155	G4930025	réserve	08/12/2011	H54-11490092	25/06/2020	H33-20260076	26/06/2023	HEL232620138
Vaisala	HMP155	G4930026	réserve	08/12/2011	H54-11490093	25/06/2013	-	25/06/2020	H33-20260077
Vaisala	HMP155	G4930027	Profil H=17m avec Young 43502H sn AVF11036	08/12/2011	H54-11490084	02/04/2019	H45-19140042	25/05/2021	H45-21210025
Vaisala	HMP155	G4930028	Profil H=23m avec Young 43502H sn AVF11034	08/12/2011	H54-11490085	01/04/2019	H45-19140001	03/08/2022	H45-22310028
Vaisala	HMP155	P4920368	Profil H=03m avec Young 43502H sn AVF11038	05/12/2018	H54-18490051	25/05/2021	H45-21210026		

4. Conclusions et perspectives

□ Etapes importantes du déploiement du capteur



Merci de votre attention

Quelques ressources :

[Capteurs et chaîne d'acquisition](#)

[Webinaire sur la Compatibilité Electromagnétique \(CEM\)](#)

[Webinaire : Application web centralisée pour la Gestion et la Maintenance des Instruments \(GMI\)](#)

[Webinaire : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité \(AMDEC\)](#)

[Forum du RTCE](#)