



**PROTEGE**

PROJET RÉGIONAL OCÉANIAN DES TERRITOIRES  
POUR LA GESTION DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES



**DAVAR**  
Direction des Affaires  
Vétérinaires, Alimentaires  
et Rurales



# GUIDE STATION LIMNIMETRIQUE

## Fiche n°2 : Installation d'une station

PROTEGE

Décembre 2021



**PROTEGE**

PROJET RÉGIONAL OCÉANIQUE DES TERRITOIRES  
POUR LA GESTION DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES

Ce rapport est cité comme suit :

**Guide station limnimétrique, fiche n°2 : Installation d'une station limnimétrique, 202**

**Guide technique pour le renforcement des capacités des PTOM, Nouvelle-Calédonie, p.44**

Rédacteur : Magali Lambert

Contributeurs : Nordan Bernast, Marc-Antoine Domet

Vérificateur : Geoffroy Wotling

Numéro de version V8 25/03/2022

*Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de <nom de l'auteur/du partenaire> et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne.*

## Table des matières

FICHE 2 : Installation d'une station limnimétrique	3
1. Principe de fonctionnement	3
2. Choix de l'appareillage	4
1) Echelle limnimétrique	4
2) Capteur en continu de la hauteur	7
3) Système d'acquisition	10
4) Télétransmission des données	11
5) Alimentation en énergie	11
6) Armoire ou local technique	12
3. Matériel nécessaire	16
4. Installation de la station	19
5. Etalonnage de la sonde	32
6. Cas particulier	33
1) Station téléphérique	33
2) Implantation des échelles de crues / calédomax	36
ANNEXES	38
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	43

## FICHE 2 : Installation d'une station limnimétrique

### 1. Principe de fonctionnement

Une « station limnimétrique » est constituée généralement d'une échelle limnimétrique qui permet l'observation de la hauteur d'eau et d'une ou plusieurs sondes en lien avec l'échelle et qui mesurent la hauteur d'eau. Une station hydrométrique possède toujours une échelle limnimétrique à laquelle sont rattachés les jaugeages et courbes d'étalonnages : c'est le seul élément permanent strictement indispensable.

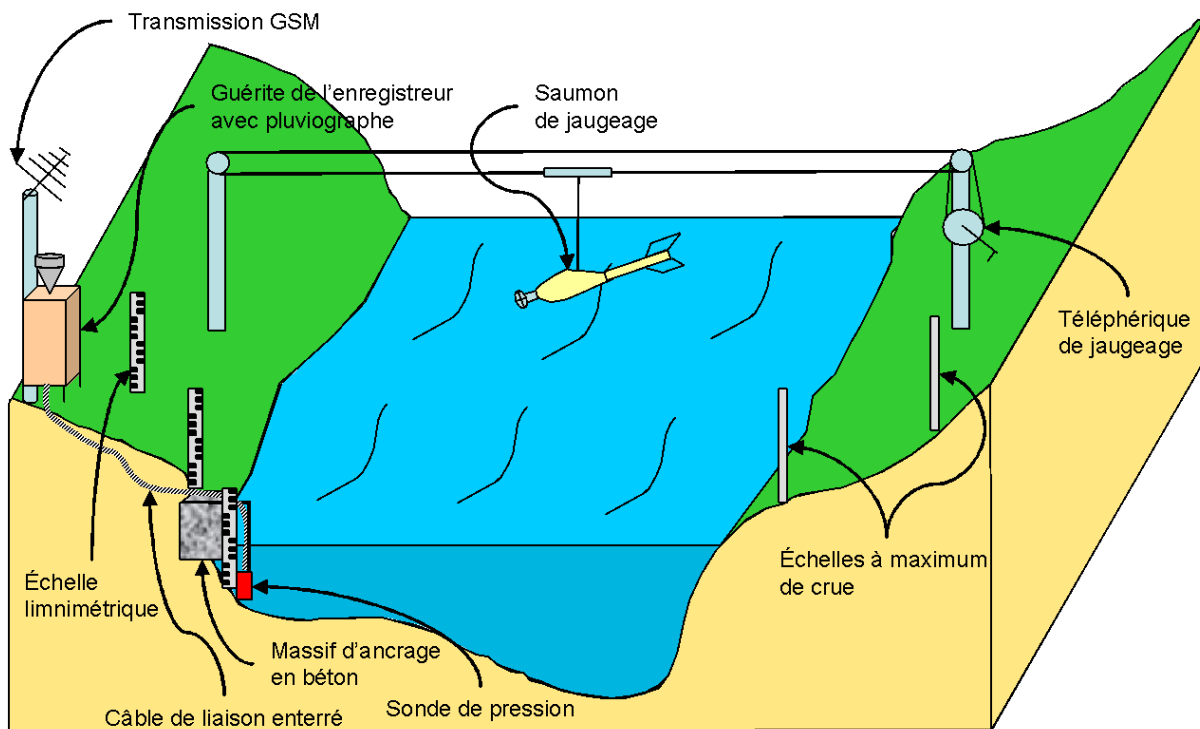


Figure 1 Station hydrométrique, source Davar

L'équipement d'une station se compose généralement de :

- Une échelle limnimétrique pour la lecture de la hauteur, le rattachement des jaugeages et courbes d'étalonnage et le contrôle des valeurs données par l'appareillage;
- Un capteur de hauteur d'eau, généralement de type sonde de pression (existe aussi flotteur, radar) ;
- Un système d'acquisition de données (enregistreur ie data logger); à noter qu'il existe à présent des sondes enregistreuses
- Un système de télétransmission de données (modem);
- Un système d'alimentation en électricité/énergie (panneau solaire, régulateur de tension, batterie, ou alimentation interne à l'enregistreur). ); à noter qu'il existe à présent des sondes autonomes sur batterie interne

Elle est idéalement compléter par :

- **Des échelles à maximum de crues** (voir 6 Cas particulier):

- un **téléphérique** permet de réaliser des jaugeages en sécurité voir 6 Cas particulier
- possibilité d'y rattacher un **pluviomètre** couplé à un enregistreur afin également d'enregistrer des données de précipitation (1) selon les objectifs de la station.

## 2. Choix de l'appareillage

### 1) Echelle limnimétrique

L'échelle représente l'élément de base d'une station hydrométrique. Toutes les mesures hydrologiques y seront rattachées. Pour permettre une lecture de la hauteur d'eau en toutes situations, plusieurs éléments d'échelle, généralement de 1 m, peuvent être installés le long de la berge, à des niveaux successifs, en escalier. Les éléments échelles doivent être fixés sur des poteaux métalliques (généralement de type IPE) dans le lit mineur et majeur ou bien fixés sur les supports existants fixes non amovibles (*acculés ou piles ponts, bords de chenal bétonnés...*). Les échelles seront calées les unes par rapport aux autres par visée directe (précision de l'ordre du mm) pour que le système de référence métrique se suive.



Figure 2 Batterie d'échelles source Davar



Figure 3 Echelle limnimétrique, source Davar

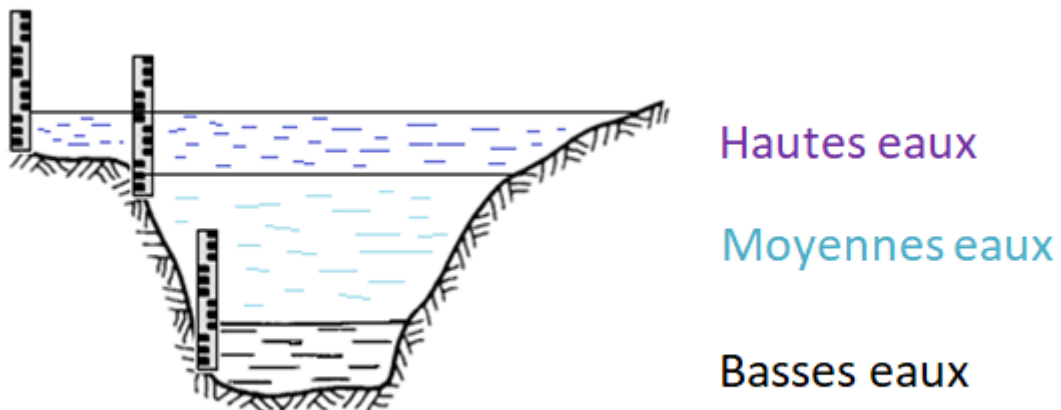



Figure 4 Schéma représentant une série d'échelles, source DAVAR


Les échelles étant généralement exposées aux crues, elles peuvent être endommagées voire arrachées. Il est indispensable de prévoir un rattachement sur un repère immuable (boulons inox scellés dans la roche mère, sur un ouvrage d'art, sur un plot béton...) afin de pouvoir les remplacer dans un référentiel strictement identique.

Repère inox



Figure 5 Repère de boulon inox pour fixer la 1ère échelle limnimétrique


 Les échelles sur support dans le lit peuvent constituer des pièges à embâcles et être de ce fait vulnérables à l'arrachement. Les échelles qui épousent la forme de la berge connaissent moins ce type de problème.

 Les piles de ponts sont à éviter car des remous se forment lorsque les vitesses augmentent.

L'échelle principale de 0-1m devra :

- être graduée en cm;
- être située le plus près possible de la sonde (idéalement celle-ci est placée sur le même support) ;
- être implantée de façon à ce que sa lecture soit facile à tout niveau ; bien lisible, sans risque : autant que possible l'échelle sera lisible du point où l'on fera les jaugeages de crue;
- être facilement accessible pour son entretien et qu'elle ne soit pas perturbée par des embâcles;
- ne pas gêner l'écoulement;
- le zéro de l'échelle doit être rattaché à un repère immuable à proximité (visée directe) et si possible raccordé au système géodésique local. Le « zéro » de l'échelle doit être plus bas que le niveau des plus basses eaux, afin d'éviter lectures négatives;
- être parfaitement nivelée (précision millimétrique) ;
- être solidement installée (tenue par massif béton et une structure métallique scellée sur la roche ou ancrée dans le sol par pieux métallique selon la configuration de la berge);
- doit toujours être immergée dans sa partie basse (l'installation se fait toujours à l'étiage durant la période de plus basses eaux)
- doit être placée dans une zone assez calme, protégée des vagues et des remous;

- doit être installée proche du seuil de contrôle : s'approcher du régime critique en restant dans le régime fluvial.
- L'échelle doit être installée ni trop haut ni trop bas selon l'appréciation du technicien. Elle ne doit pas être implantée au fond du lit pour éviter l'envasement. A l'étiage, idéalement il doit y avoir 25-30 cm d'eau au niveau de l'échelle si possible.

 Dans notre cas, pour les cours d'eau en milieu naturel les "sections de contrôle" ne sont pas totalement maîtrisées et généralement mobiles dans le temps. On cherche à placer les échelles stratégiquement en fonction des sections de contrôle, proche du passage en régime « critique » mais en restant toujours en régime fluvial quelque soit le régime d'écoulement.

Pour lire une échelle limnimétrique, l'observateur devrait avoir les yeux le plus possible à hauteur du ménisque que l'eau forme à l'échelle, car la lecture se fait à la base du ménisque (en vert sur la Figure 4). L'échelle limnimétrique doit être nettoyée régulièrement pour rester bien lisible et doit être remplacée au besoin (3).

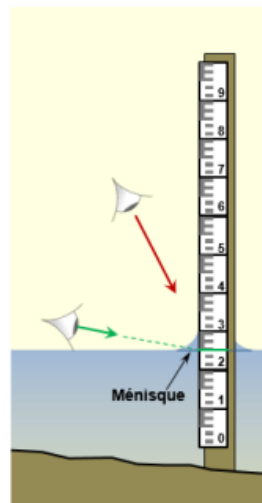


Figure 6 Bonne (en vert) et mauvaise (en rouge) façons de lire une échelle limnimétrique (3)




## 2) Capteur en continu de la hauteur


Le choix du capteur est lié à la configuration du site. Le tableau suivant décrit les différents capteurs qui sont ou ont été utilisés par le SDE NC. Historiquement, l'orstom implanté en Nouvelle-Calédonie avait installé des bulles à bulles, des sondes de pression et des flotteurs.

Le choix du SDE NC s'est orienté vers des sondes de pression par rapport au meilleur rapport qualité/prix observé (en fonction des contraintes du territoire) par rapport aux autres capteurs après retours d'expérience.





Tableau 1 Choix du capteur par le SDE NC, source Davar, (3)

Capteurs	avantages	inconvénients
<b>Sonde de pression</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Installation facilitée par le faible encombrement du capteur qu'il suffit de protéger contre les chocs et la mise en vitesse à l'aide d'un tube en acier par exemple.</li> <li>+ Permet un éloignement conséquent de la station d'acquisition par les grandes longueurs de câble proposées.</li> <li>+ Bonne sensibilité et excellente précision sur une large gamme.</li> <li>+ Faible consommation électrique, grande autonomie de fonctionnement sur le terrain.</li> <li>+ Bon rapport qualité prix, faible entretien (dévasages + recalages éventuels) ; certaines sondes sont débranchables.</li> <li>+ Produit très courant, robuste, éprouvé par les industriels, en constante évolution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existence d'une hystérésis (différence de mesure à la montée et à la descente de l'eau pour une même hauteur à l'échelle).</li> <li>- Dysfonctionnements possibles liés à des problèmes de condensation dans le capillaire de mise à l'air libre.</li> <li>- Sensibilité à la foudre (phénomène d'antenne).</li> <li>- soumis à des efforts importants liés aux vitesses élevées, à des embâcles.</li> <li>- Perturbé par l'envasement</li> </ul>
<b>Radar</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Non vulnérables aux crues</li> <li>+ Insensibles aux intempéries</li> <li>+ Précision de la mesure</li> <li>+ Mesure jusqu'à 20 m</li> <li>+ Génie civil réduit</li> <li>+ utile pour les sites où l'eau coule vite ou charrie beaucoup de sédiments ou de débris</li> <li>+ maintenance allégée</li> <li>+ signal de sortie 4/20 mA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- peu de pont ou structure pour le fixer non inondable en Nouvelle-Calédonie</li> <li>- doit être installé à au moins 0,3 m au-dessus de l'eau</li> <li>- coût</li> <li>- logiciel de paramétrage spécifique</li> <li>- exposé au vandalisme (fréquent en NC)</li> </ul>
<b>Bulle à bulle</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ facile d'installation</li> <li>+ précision de la mesure</li> <li>+ station d'acquisition autonome</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- soumis à des efforts importants liés aux vitesses élevées, à des embâcles.</li> <li>- Perturbé par l'envasement</li> <li>- hystérésis au niveau des pointes de crues, temps de réponse long, écrete pointe de crues, pas précis</li> <li>- rilsan fragile</li> <li>- maintenance importante</li> </ul>

<p><b>flotteur</b></p> 	<p>+ fiable + précis que la sonde de pression + faible consommation</p>	<p>- soumis à des efforts importants liés aux vitesses élevées, à des embâcles, vulnérables aux crues. - Perturbé par l'envasement - compliqué à installer, station adaptée, fortes contraintes d'installation - coût</p>
--	---	---

Les sondes piézo-résistives peuvent soit mesurer la pression absolue (hauteur d'eau + pression atmosphérique), soit la pression relative. Dans ce dernier cas, un capillaire permet la mise à la pression atmosphérique de la sonde ce qui lui permet de donner une valeur compensée. Le SDE utilise de préférence des sondes à pression relative qui sont plus précises que celles à pression absolue.

 Toujours utiliser des sondes de pression compensées à la pression atmosphérique pour une précision satisfaisante en basses eaux. Les sondes absolues (non compensées) sont à réserver pour le suivi des hautes eaux ou les suivis piézométriques (précision de l'ordre de 4 cm au mieux).


 **PROBLÈME LIÉ AU CAPILLAIRE :** dysfonctionnements possibles liés à des problèmes de condensation dans le capillaire de mise à l'air libre.

La condensation empêche l'air de passer : la compensation atmosphérique ne se fait pas, la sonde agit comme une sonde à pression absolue. Résultat : il y a un batillage de  $\frac{3}{4}$  cm observé.

Lorsqu'on observe une variation dans les données enregistrées, il faut :


- démonter la sonde du câble, envoyer de l'air à l'intérieur pour chasser chaque goutte d'eau
- changer le silicagel lorsqu'il change de couleur (indiquant qu'il est trop chargé en humidité).  
Le silicagel n'est pas suffisant en milieu tropical : il nécessite un changement régulier.

La mesure du niveau est forcément entachée d'une incertitude. Cette dernière dépend de la précision et de la dérive éventuelle de la sonde mais aussi des conditions d'utilisation et d'installation (1).

 Une sonde immergée dans l'écoulement doit être protégée des efforts importants liés aux vitesses élevées, à des embâcles. Le support de la sonde doit résister aux crues.

Son fonctionnement peut également être perturbé par l'envasement.

La sonde sera placée pour éviter autant que possible remous et batillage ; de préférence sur **des blocs rocheux** plutôt ombragés.

 Un site ensoleillé est souvent favorable à la pousse des végétaux aquatiques. Les zones d'eaux mortes sont propices à l'envasement et requièrent un entretien accru, ou même interdisent certaines techniques. Les zones sableuses s'enlisent.



La profondeur de l'eau doit être suffisante pour que l'immersion effective de la sonde de mesure soit effectuée en tout temps. Il doit y avoir suffisamment d'eau (> 20cm) au-dessus de la sonde pour qu'elle ne subisse pas le batillage.

### **Comment choisir une sonde adaptée ?**

- La précision (millimétrique, et à minima 1 cm, généralement définie par un % sur la plage de mesure);
- la plage de mesure : un des paramètres du constructeur, plus la plage est courte plus la mesure est précise (classiquement 0-3m, 0-10m, 0-20m) Le choix dépend du site et de l'évaluation des plus hautes eaux à mesurer, à noter que pour certains cours d'eau, la plage 0-20m doit être privilégiée
- La stabilité ou l'absence de dérive, d'hystérésis etc.;
- Le temps de réponse : lorsque le plan d'eau varie rapidement, la sonde doit être capable d'accompagner cette variation qui peut être de plusieurs mètres par heure;
- La résistance mécanique aux chocs ou à l'abrasion;
- Le coût (incluant le câble de liaison et les connectiques) ;
- Les contraintes d'installation : la possibilité de déconnecter le câble de la sonde est un atout majeur notamment pour le long cheminement de câble ;
- La simplicité d'exploitation et de maintenance;



La **précision** est un élément critique dans le choix d'un instrument de mesure. Elle définit la différence entre la valeur mesurée et la valeur "réelle". Cette valeur est en général définie par un pourcentage de la capacité maximale de la sonde.

La pleine échelle est la valeur maximale mesurable par la sonde. Généralement une pleine échelle de 0 à 10 m convient pour les cours d'eau de plaine mais dans les sections encaissées une échelle 0-20m est à privilégier.

### **3) Système d'acquisition**

Également appelé enregistreurs, datalogger, centrale de données...

Il permet d'acquérir de la donnée brute, de la stocker voire de la pré-traiter. La fréquence d'échantillonnage doit être adaptée à la variabilité de la grandeur mesurée.

Pour les rivières drainant de quelques dizaines à une centaine de km, un pas de temps de 5 minutes est usuel : l'interrogation de la sonde est prévue toutes les 5mn avec un enregistrement si la variation est supérieure à 5mm par rapport à la dernière valeur enregistrée. Si la hauteur d'eau n'a pas variée au pas de temps d'interrogation normal, l'enregistreur peut être configuré pour néanmoins enregistrer la valeur à intervalle régulier (toutes les heures ou toutes les 12 heures par ex.).

Sur des petits bassins versants très réactifs (< 5km<sup>2</sup>) il peut être utile d'enregistrer à un pas de temps plus court de l'ordre de la minute pour une mesure fine des crues.

*Prendre garde à la capacité mémoire*

#### **Sur quels critères choisir un système d'acquisition ?**

- Paramétrage du mode d'acquisition des sondes :
  - en fonction du temps : acquisition à pas constant
  - en fonction de la variation de hauteur d'eau
- Nombre de voies
- Capacité de la mémoire : jusqu'à plusieurs Mo (l'autonomie est fonction du pas de temps et/ou de la variation du plan d'eau)
- Si besoin mode de télétransmission indépendant ou intégré à l'enregistreur

#### **4) Télétransmission des données**

Les chroniques de valeurs sont enregistrées localement par la sonde et peuvent être télétransmises à un concentrateur de données à un pas de temps déterminé. Il existe différents types de télétransmission.

Dans le cas du SDE NC, les stations sont dites " esclaves " : elles sont en attente d'un appel. Toutes les 24h, le logiciel métier de l'enregistreur appelle chaque station.

Dans d'autres cas, les stations peuvent être "maîtres" et envoyer automatiquement les données enregistrées à un horaire défini.

La transmission est généralement réalisée par réseau GSM, GPRS (appelé à disparaître progressivement), 3G ou 4G : nécessitant un modem et une carte sim.

#### **Deux objectifs possibles pour la télétransmission :**

- ★ Suivi en temps réel (annonce de crue, gestion d'aménagements en temps réel, ...)
- ★ Suivi en temps légèrement différé pour la gestion au jour le jour ou la télésurveillance des réseaux (permet de minimiser les déplacements notamment sur les stations difficilement accessibles)



Couverture réseau à vérifier avant toute installation

#### **5) Alimentation en énergie**

Plusieurs solutions existent:

- Le panneau solaire: il s'agit d'une solution « autonome ». Il est relié à une batterie via un régulateur de tension installé dans un coffret (voir Armoire ou local technique);
- Accès au réseau électrique;
- Une pile interchangeable ou non pour la sonde.



Risque de vol ou dégradation du matériel notamment des batteries et panneaux solaires

## 6) Armoire ou local technique

Il s'agit d'un coffret (guérite nom utilisé par le SDE) le plus souvent en galva, permettant de sécuriser le matériel électronique à l'aide d'un système de fermeture solide. Ce coffret doit être ventilé pour éviter la détérioration des appareils électroniques dûe à l'humidité.

### Que contient une guérite ?

- Un système d'acquisition
- Un modem GSM si mise en place de télétransmission + antenne
- Câble de liaison vers une sonde
- Un système de régulation de l'humidité dans les câbles, basé sur du silicagel qui a pour propriété d'assécher l'air ; le capillaire (câble) est rentré dans le flacon de silicagel pour être mis à la pression atmosphérique en évitant toute condensation et humidité dans le capillaire.
- Un système de ventilation (2 grilles installées à l'opposé pour favoriser la circulation de l'air)
- Une planche de contreplaqué marine fixée au fond de la guérite + boulons
- Un système d'alimentation (Panneau solaire batterie et régulateur)

Le système de branchement électrique dépend du type du système choisi (type de sonde, d'enregistreur etc.).



Figure 7 Intérieur du coffret de la guérite, source DAVAR

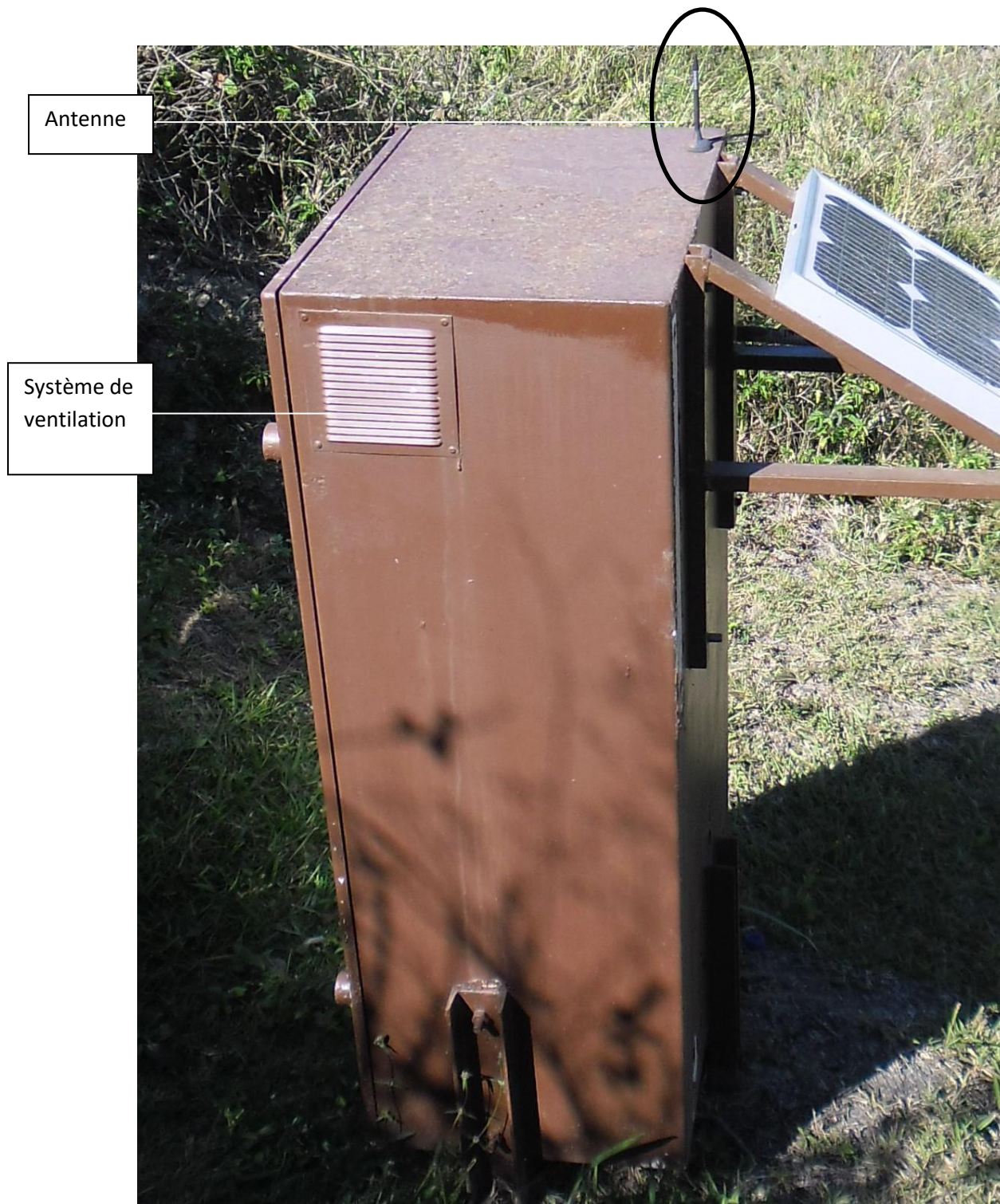



Figure 8 Grille de ventilation et antenne du modem

Systeme de ventilation



Figure 9 Grille de ventilation

 Il est fortement préconisé d'installer 2 grilles d'aération pour limiter la mise en surpression de la sonde et les problèmes de condensation dans le capillaire de la sonde et pour abaisser la température dans la guérite.

### **Sécurisation de la guérite:**

La sécurisation choisie entraîne une différence de fabrication dans la porte de la guérite. En fonction du système de fermeture sélectionné, le plan de la guérite peut être modifié pour prévoir la sécurisation avec un cadenas.

L'intérêt d'utiliser des clés DTG par rapport au cadenas est d'utiliser une seule « clé » pour ouvrir toutes les stations à l'inverse des cadenas. Chaque clé DTG est unique. Chaque type d'écrou ne peut être ouvert qu'avec une clé DTG adaptée et non avec une clé plate : c'est un système très sécurisé.

- Proposition 1 : utilisation d'écrous et de clé DTG (Division Technique Générale).

Il s'agit du système utilisé par la DTG d'EDF. Ce sont des écrous de 17 sécurisés obtenus par tournage/fraisage. Le plan de la guérite (annexe 1) correspond à cette sécurisation. Les photos ci-dessous détaillent l'utilisation des écrous et clés DTG.



Figure 10 Erou 17, source DAVAR



Figure 11 Clé DTG, source DAVAR



Figure 12 Fonctionnement Erou / clé DTG, source DAVAR

- Proposition 2 : utilisation de cadenas “spécial extérieur” (anti-corrosion) avec clés identiques pour tous les cadenas donc toutes les guérites.



Nécessité de prévoir une plaque percée dans le corps de guérite et d'une fente correspondante dans la porte de la guérite. La porte devra en plus être équipée d'un petit coffre de protection de cadenas qui permet de limiter l'accès au cadenas et ainsi éviter l'utilisation de marteau ou d'outil pour le détruire.

### 3. Matériel nécessaire

Pour installer une station limnimétrique, il est nécessaire de disposer des éléments décrits ci-après :

- Echelles limnimétriques** type OTT de 1m de hauteur graduée prévoir au moins 3 éléments d'échelle 0-1m 1-2m et 2-3m
- Support pour élément d'échelle** (pour 3 éléments) UPN de 80 en acier galvanisé longueur 1.5m à sceller de 50cm dans le sol avec du béton
- Guérite en galva** taille standard + pied et support panneau Solaire : taille standard guérite 755 mm x 605 mm x 420 m (hauteur\*largeur\*profondeur); le plan de construction est détaillé en annexe I.
- Régulateur** panneau solaire 10w
- Panneau Solaire** 10W
- Batterie** 12v AGM 35Ah
- Regards métalliques** galvanisé ou béton (selon le matériau disponible) de 25\*25cm + corps de regards dimension 25cmx25cmx25 cm : quantité minimum 3 en moyenne et plus selon la configuration du terrain (*voir a. Regards métalliques* :).
- Gaine TPC** diamètre 63mm longueur selon la distance entre le massif et la guérite
- Colliers de serrage serflex**
- Massif béton** : 1 m3 estimatif qui doit être ferrailé.  
En moyenne, il faut :
  - environ 14 sacs de béton (de 25 kg) type ciment CEMII/A-S42.5Nce TM-CP2NF « prise sous l'eau » pour créer le massif béton de 1m3 ; tout dépend du type d'ancrage, le volume de béton peut atteindre 2.5m3 s'il s'agit d'un sol limoneux.
  - Fer à béton pour le ferrailage et ancrage du massif sur la roche
  - du SikaLatex, imperméabilisant et accrochage pour le massif béton
- Structure métallique** : assemblage de tube métallique en forme de « L ».  
La taille de la structure métallique se définit en fonction du lieu d'installation de la station.  
En moyenne pour une station, il faut :
  - une longueur linéaire de profilés métalliques (UPN) de 80mm idéalement en inox sinon galva : un de 2 m, deux de 1.5 m.
  - 2 tubes filetés en acier galva diamètre 1.5 pouces, un de longueur 1,5m et un de longueur 2m avec coude à 90°

- de la visserie et des platines pour fixer tube, cage sonde et échelle sur la structure métallique

- **Cage de Sonde en inox** : voir plan de la cage en annexe II
  - Cornières acier galvanisé ou inox
  - fer plat

Il est demandé à ce que la cage de la sonde soit en acier inoxydable afin de ne pas être soumise à des effets de corrosion (rouille).

Il est recommandé d'emmener sur place l'ensemble du matériel et outils nécessaire à la réalisation de l'ensemble des travaux (bois de coffrage, barre à mine, pelle, bétonnière, perceuse à percussion, burineur, marteau piqueur, poste à souder, groupe électrogène 75 kVA pour le poste à souder, disceuse, rallonge électrique...). Le poste à souder est nécessaire pour souder la structure métallique.

L'ensemble de ces éléments métalliques devra pouvoir être découpé à la bonne dimension sur le site d'installation pour pouvoir accéder à la sonde facilement (voir photos ci-après).

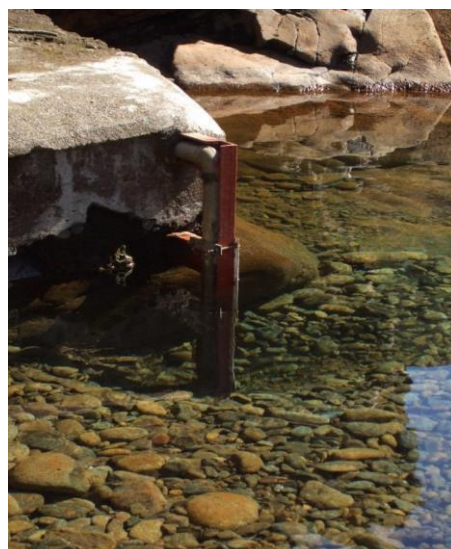


Figure 13 Installation de la structure métallique sur la station Népoui, source DAVAR



Figure 14 Cage de sonde en inox, source DAVAR

#### 4. Installation de la station

Ci-dessous le déroulement de l'installation d'une station :


<p>1. Massif béton et structure métallique</p>	<p><u>Massif béton</u> : S'il repose sur de la roche, il faudra percer la roche pour sceller des fers à béton qui seront soudés ou solidement ligaturés à la structure métallique et le ferrailage qui compose le massif béton, l'ensemble sera coffré si besoin, et le béton y sera coulé.</p> <p>Il est conseillé de creuser un trou (à l'aide d'une tarière, supérieur à un diamètre de 600mm sur une profondeur de 1.5 minimum) sur le pied du massif, d'y battre des pieux et de le bétonner avec la structure métallique et le reste du massif pour éviter qu'il ne bascule à l'avant.</p> <p>Il faut avoir du poids à l'arrière du massif pour éviter qu'il ne plonge dans l'eau à l'avant. La structure métallique sera ancrée et mise à niveau horizontalement et verticalement.</p> <p><b>Un schéma en annexe III détaille l'assemblage de la cage de sonde et de la structure métallique.</b></p>  <p><b>Figure 15</b> Installation de la structure métallique avant coulage, source DAVAR</p>
--	--



Figure 16 Coffrage et coulage, source DAVAR



Figure 17 Coulage du béton + insertion d'un regard, source DAVAR



Figure 18 Massif béton terminé, source DAVAR

2. Gaine TPC entre la sonde et la guérite

Il est préconisé de choisir une section assez encaissée afin de limiter la distance entre la guérite et la sonde de mesure afin de réduire la longueur des câbles.

Le cheminement du câble doit être le plus rectiligne possible, sans angle droit, ni col de cygne, ni siphon, favorisant la condensation dans le capillaire de mise à la pression atmosphérique.

Une tranchée d'une profondeur de 40 cm est préconisée dans laquelle on enterre un fourreau (TPC diamètre 63 préconisé) ; à défaut il faut ancrer la gaine TPC sur la roche (à l'aide de fer à béton scellé dans la roche ou enfoncé dans la terre) et la recouvrir de béton pour la protéger des chocs, de l'arrachement ou du feu.



Figure 19 Tranchée avec TPC, source DAVAR

Fer à béton

TPC



Figure 20 Tranchée avec TPC tenue par fer à béton, source DAVAR



Figure 21 Tranchée bétonnée avec regard, source DAVAR





Figure 22 Regard ouvert, source DAVAR

3. Installation des regards métalliques

L'installation de regards est fortement préconisée entre le massif béton (où est placée la sonde dans le cours d'eau) et la guérite située à plusieurs dizaines de mètres plus loin (mise hors d'eau pour les inondations). Ces regards facilitent le tirage des câbles et leur remplacement si besoin.

Il est préférable de prévoir au moins un regard tous les 10m mais leur nombre dépend de la morphologie du terrain. Il est préconisé de placer des regards au niveau du massif et de la guérite mais aussi au niveau de points stratégiques pour faciliter le tirage du câble. Exemple: rupture de pente, coude, passage de route, un point au milieu quand la distance est trop grande, etc.



Fer à béton

Figure 23 Installation de regard métallique, source DAVAR

4. Construction et implantation de la guérite

Elle doit être placée au-dessus des plus hautes eaux, hors zone inondable et dégagée pour permettre un ensoleillement du panneau solaire, et si besoin l'implantation d'un pluviométrique sur la guérite. Le panneau solaire doit être orienté au nord pour profiter d'un maximum d'ensoleillement.



Figure 24 Guérite avec un seau pluviométrique, source DAVAR

Il s'agit de 3 pieds UPN 80 à bétonner dans le sol (50 cm dans le sol et 1 m de long en surface). Le tube TPC est attaché sur le pied central ; le câble de la sonde est relié de la sonde à la guérite par le biais du tube TPC (voir annexe I).

TPC relié à la sonde




Figure 25 Guérite en galva taille standard + pied et support panneau solaire, source DAVAR



Figure 26 Guérite surélevée en zone inondable, source DAVAR



<p>Fixation de la planche par des boulons</p> <p>Visse pour écrou DTG</p> <p>Planche en contreplaqué marine</p> <p>Clé DTG</p> <p>Ecrou</p>	 <p>Figure 28 Fixation des appareils dans la guérite</p> <p>La planche de contreplaqué marine percée est fixée sur 4 boulons de 8 soudés au fond de la guérite. La planche est serrée à l'aide de 4 boulons en veillant à laisser un espace suffisant entre la planche et la guérite créant ainsi un vide technique pour éviter dans la guérite. Les appareils sont fixés sur la planche de contreplaqué ; le panneau solaire est raccordé au régulateur. Le régulateur est raccordé à la batterie qui alimente l'enregistreur.</p>
<p>5. Installation de la cage de sonde et de la sonde</p>	<p>Le tirage de câble s'effectue du haut vers le bas, de la guérite vers massif ou est située la sonde. La tête de câble sera préalablement étanchéifiée avant le tirage. Il est ensuite raccordé à la sonde en veillant à être hors d'eau grâce à <b>la torsion du tube galva fileté</b>. La sonde est fermement scellée par 2 colliers serflex qui vont la maintenir dans la cage de sonde (la sonde ne doit absolument pas vibrer sous l'effet du courant). La cage de sonde est vissée sur la structure métallique sous l'eau. <b>Voir annexe II et III.</b></p>

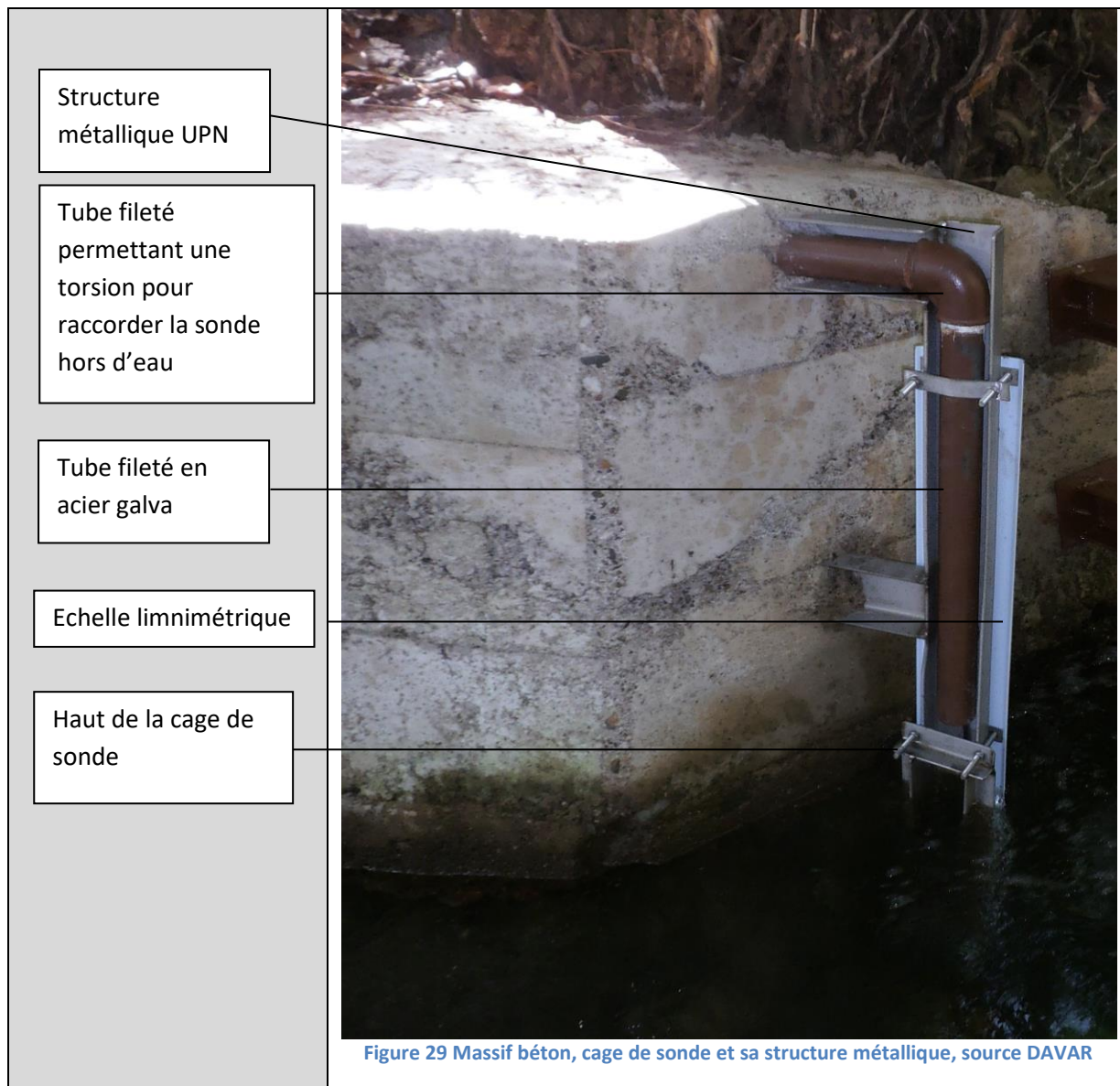




Figure 30 Cage de sonde

6. Mise en place de l'échelle

La structure métallique et la cage de sonde sont conçues pour que la première échelle puisse y être apposée et vissée. Le bas de la sonde arrive en dessous ou au niveau du « 0 » de l'échelle. Le nombre d'échelles limnimétriques installées en escalier varie en fonction des stations ; il est nécessaire d'en installer suffisamment haut (jusqu'au niveau susceptible d'être jaugé en crues, pour pouvoir faire un maximum de lecture de hauteur d'eau en tout temps.







Figure 31 Exemple d'échelle implantée sur structure métallique, source DAVAR



Figure 32 Exemple d'implantation de batterie d'échelle, source DAVAR

## 5. Etalonnage de la sonde

Première mise en service de la station ; paramétrage de la sonde dépend du type de sonde

## 6. Cas particulier

### 1) Station téléphérique

Sur les rivières où il n'existe pas de pont ou de passerelle convenable pour les mesures de débit et lorsque les vitesses dépassent 3 m/s, le seul matériel permettant de réaliser les jaugeages dans de bonnes conditions est la station téléphérique appelée aussi trille téléphérique ou transporteur aérien. Ce matériel permet de choisir le lieu d'implantation en fonction des meilleures conditions hydrauliques liées aux valeurs des débits à contrôler et des facilités d'accès en vue d'une exploitation facile de la station (4).

#### **A quoi sert une station téléphérique ?**

- A réaliser des jaugeages sécurisés dans des conditions de hautes eaux
- A fiabiliser l'extrapolation de la courbe de tarage vers les plus hautes eaux
- A diminuer l'incertitude des débits

Il existe 3 stations de ce type en Nouvelle-Calédonie à la Foa, la Tontouta et la Coulée.

Un câble porteur est tendu de manière permanente en travers d'une section de rivière. Il permet le déplacement d'un chariot équipé d'un câble électro-porteur sur lequel est fixé un saumon. Le câble électro-porteur relié au saumon est également relié à un compteur d'impulsion. Le tout est piloté depuis la berge à l'aide d'un treuil électrique la plupart du temps. Ce type d'équipement renforce encore la sécurité par rapport à un camion jaugeur (1).

Les éléments constitutifs d'une station téléphérique sont les suivants :

- le treuil double ;
- les câbles porteurs et tracteurs ;
- le câble électroporteur ;
- les ancrages et supports de câbles et de treuil ;
- l'abri (4).

Ces stations peuvent être déplacées, une fois les jaugeages des plus hautes eaux fiabilisés, pour étalonner d'autres stations. Ces déplacements s'avèrent contraignants et coûteux.

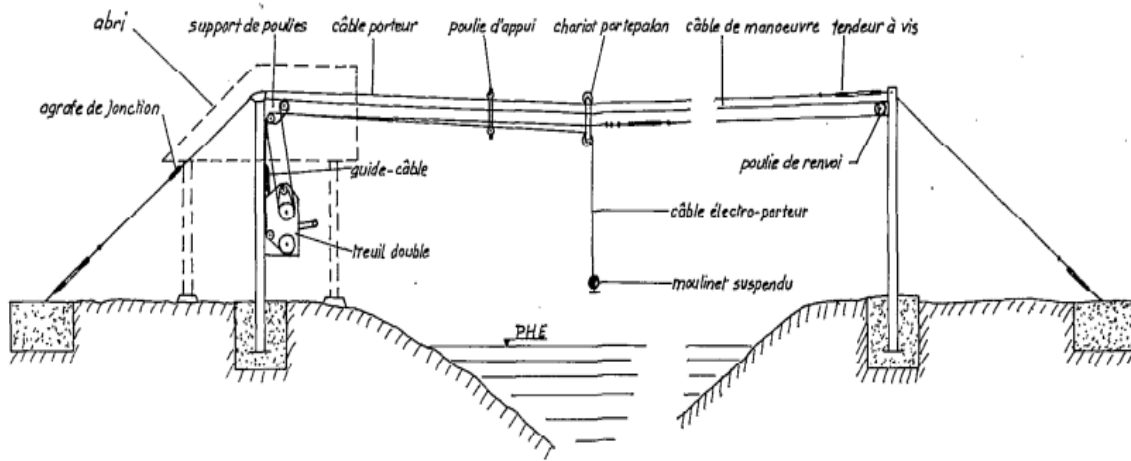


Figure 33 Principe d'une station téléphérique, source (4)



Figure 34 Station téléphérique de la Coulée, source DAVAR



Figure 34 Saumon jaugeur, source DAVAR



Figure 35 Treuil, source DAVAR

## 2) Implantation des échelles de crues / calédomax

### ***A quoi servent les échelles de crues ?***

- installées au droit de la station : elles permettent de vérifier les hauteurs d'eau maximales mesurées par le capteur de hauteur d'eau
- installées en amont, au niveau et en aval de la station : permet d'estimer les pentes des lignes d'eau et de réaliser des modélisations pour extrapoler la courbe de tarage (étalonnage) et affiner les données de débit

La fiche ci-après présentent les échelles de crues utilisées en Nouvelle-Calédonie ; pour plus d'information sur la construction de ces échelles et le relevé de mesures se référer au guide « Calédomax ».

# CalédoMAX : la solution de la Nouvelle-Calédonie pour la mesure des hauteurs maximales de crues



Service De l'Eau  
DAVAR-SDE  
BP 256  
98 845 NOUMEA Cedex  
Email: [davar.sde@gouv.nc](mailto:davar.sde@gouv.nc)  
<http://www.davar.gouv.nc/>

Christophe Laroche, Pearl Winchester,  
Nordan Bernast, Geoffroy Wotling,  
Nicolas Romieux, Christian Delebret,  
Gilles Ricaud, Bernard Rey

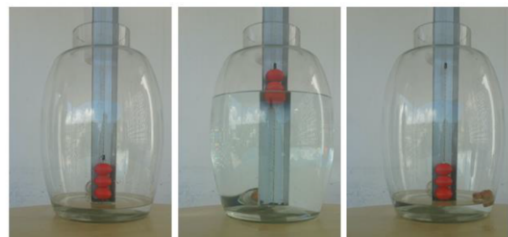


## Contexte et objectif :

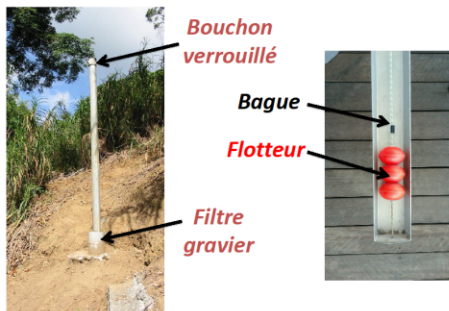
En Nouvelle-Calédonie, les crues rapides sur des territoires souvent reculés, rendent délicate la consolidation des parties hautes des courbes de tarage. Les niveaux maximum atteints durant les crues servent au calage des modèles hydrauliques utilisés pour la prévention des risques comme pour l'extrapolation des courbes de tarage. Une technologie, plus adaptée au contexte climatique tropical (température et humidité fortes) que les classiques rubans à décoloration, a été développée et déployée à grande échelle.

## Principe du CalédoMAX :

- 2 cordes tressées sont tendues dans un tube cylindrique sur lesquelles est monté un flotteur se déplaçant au gré des évolutions du niveau d'eau.
- Une bague, montée sur l'une des cordes, est poussée vers le haut par le flotteur.
- Le niveau maximum atteint durant la crue est conservé par le système des 2 cordes tendues qui bloquent la bague dans sa position la plus haute.



Position initiale du flotteur    Position du flotteur au maximum de crue    Après la crue, la bague conserve sa position

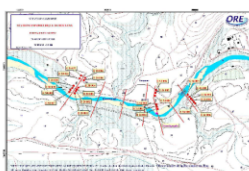
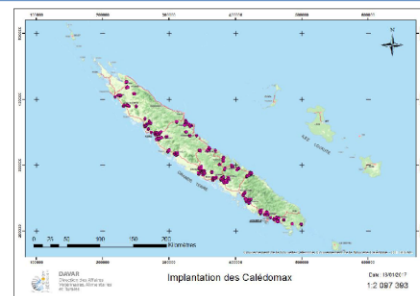


## Mise en œuvre in situ :

- Le système est placé dans un tube galvanisé ancré dans le sol à l'aide d'un massif de béton.
- Un filtre gravier placé en pied du tube percé, permet à l'eau de s'introduire, tout en limitant l'entrée de sédiments.
- Un dispositif verrouille le sommet du tube.
- Pour relever le niveau d'eau maximum atteint, le système de mesure est retiré du tube par le haut. La distance entre le sommet et la bague permet de calculer la cote du niveau maximum.
- Plusieurs CalédoMAX sont implantés dans une section de rivière.
- Chaque CalédoMAX est identifié par une plaque, géoréférencé, nivelé et intégré dans une base de données géographiques.

## Retour d'expérience sur le CalédoMAX :

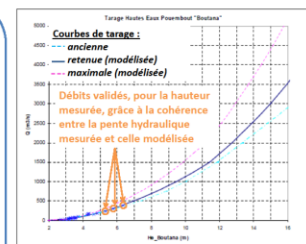
- Depuis 1988, date de la première installation, les 918 CalédoMAX (692 encore actifs aujourd'hui) ont été relevés plus de 16 000 fois, et plus de 4 700 niveaux maximum de crue ont ainsi été recueillis.
- Les métadonnées des CalédoMAX sont disponibles en ligne : <http://www.davar.gouv.nc/explocarteau>
- On retient du CalédoMAX, sa facilité d'installation et d'utilisation, son faible coût d'entretien, ainsi que sa très bonne fiabilité et sa robustesse, même lors d'épisodes cycloniques.



Situation des CalédoMAX et des profils en travers pour la modélisation

## Utilisations des données issues des CalédoMAX :

- Calage de modèles hydrauliques.
- Vérification de la cohérence avec les hauteurs maximales enregistrées aux stations.
- Consolidation de courbes de tarage :
  - estimation de la pente de la ligne d'eau en crues à partir des niveaux maximum acquis de part et d'autre d'une station limnimétrique
  - confrontation avec celle donnée par le modèle hydraulique utilisé pour l'extrapolation de la courbe de tarage

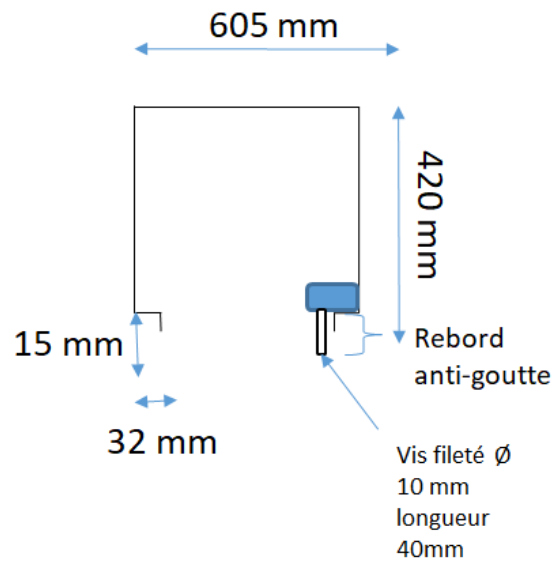


Consolidation d'une courbe de tarage

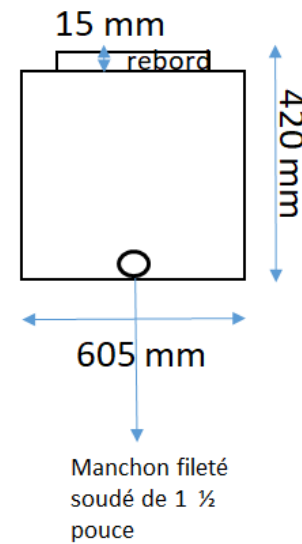


# ANNEXES

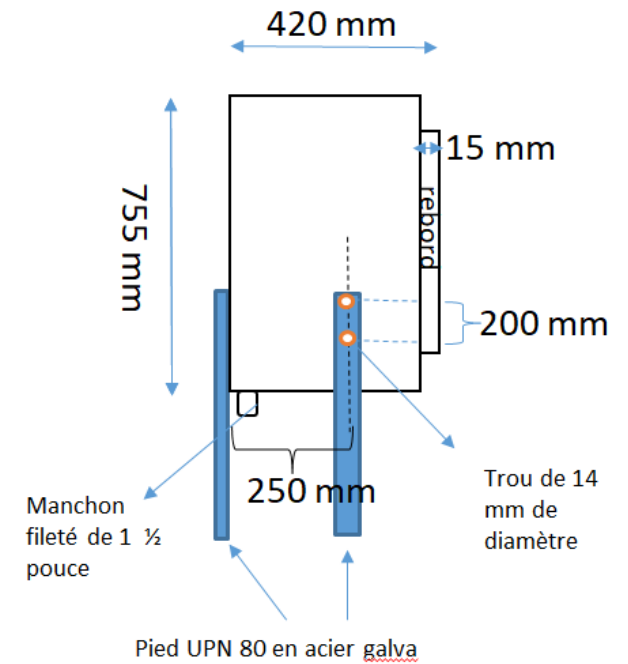
## SCHÉMA 1 D'UNE GUÉRITE



Vue de coupe

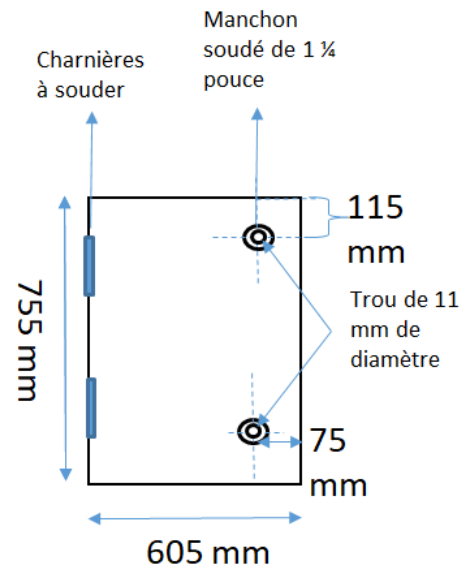


Vue de dessous

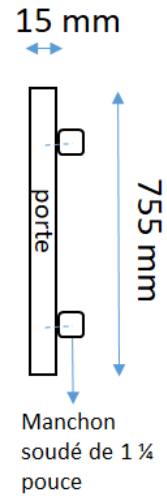


Vue de côté gauche

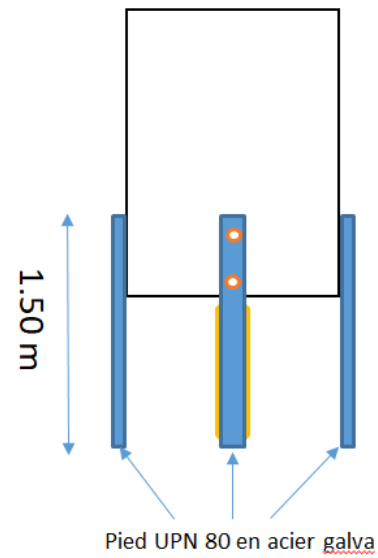
## SCHÉMA 2 D'UNE GUÉRITE



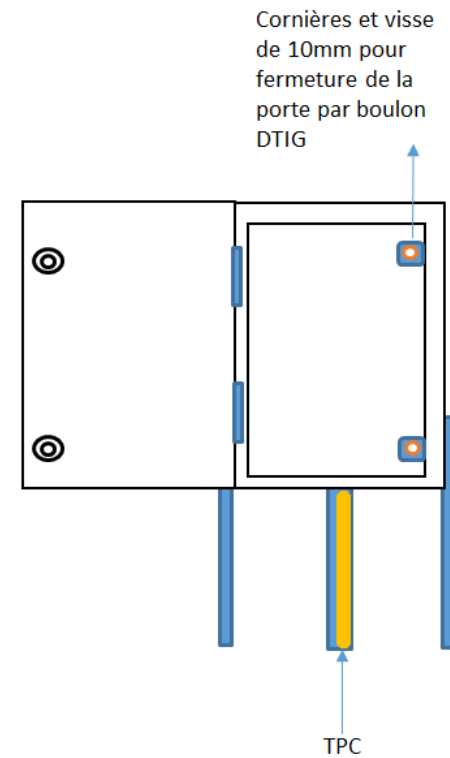
Porte vue de face



Porte vue de côté



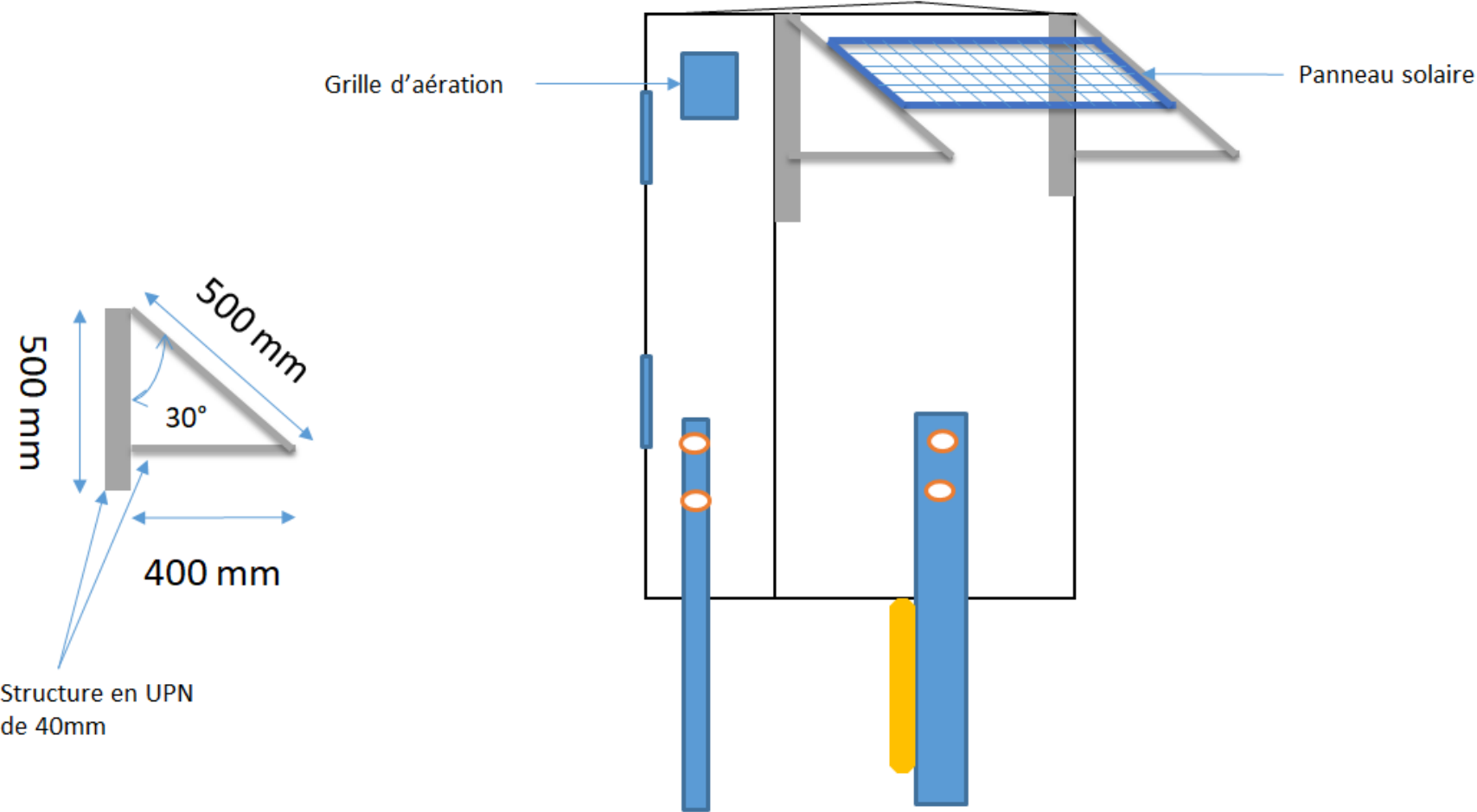
Guérite vue de derrière

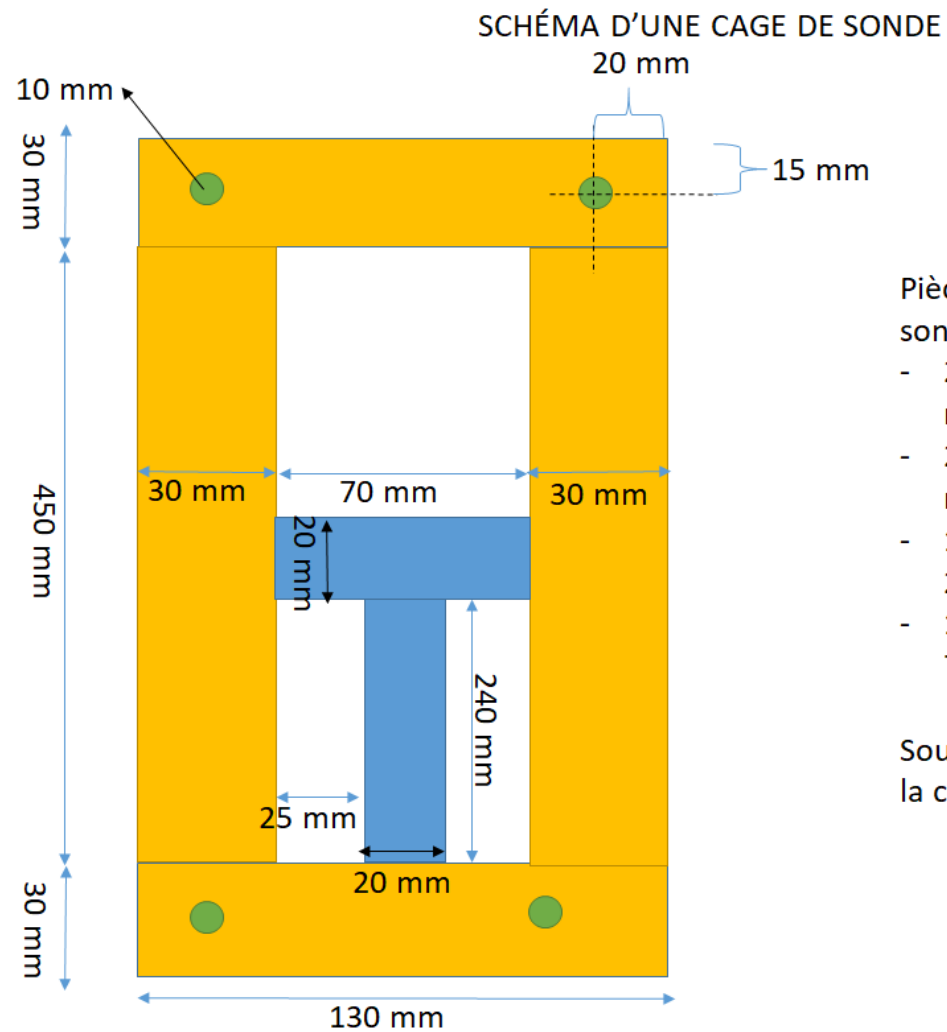


Guérite vue de face



### SCHÉMA 3 GUERITE AVEC PANNEAU SOLAIRE



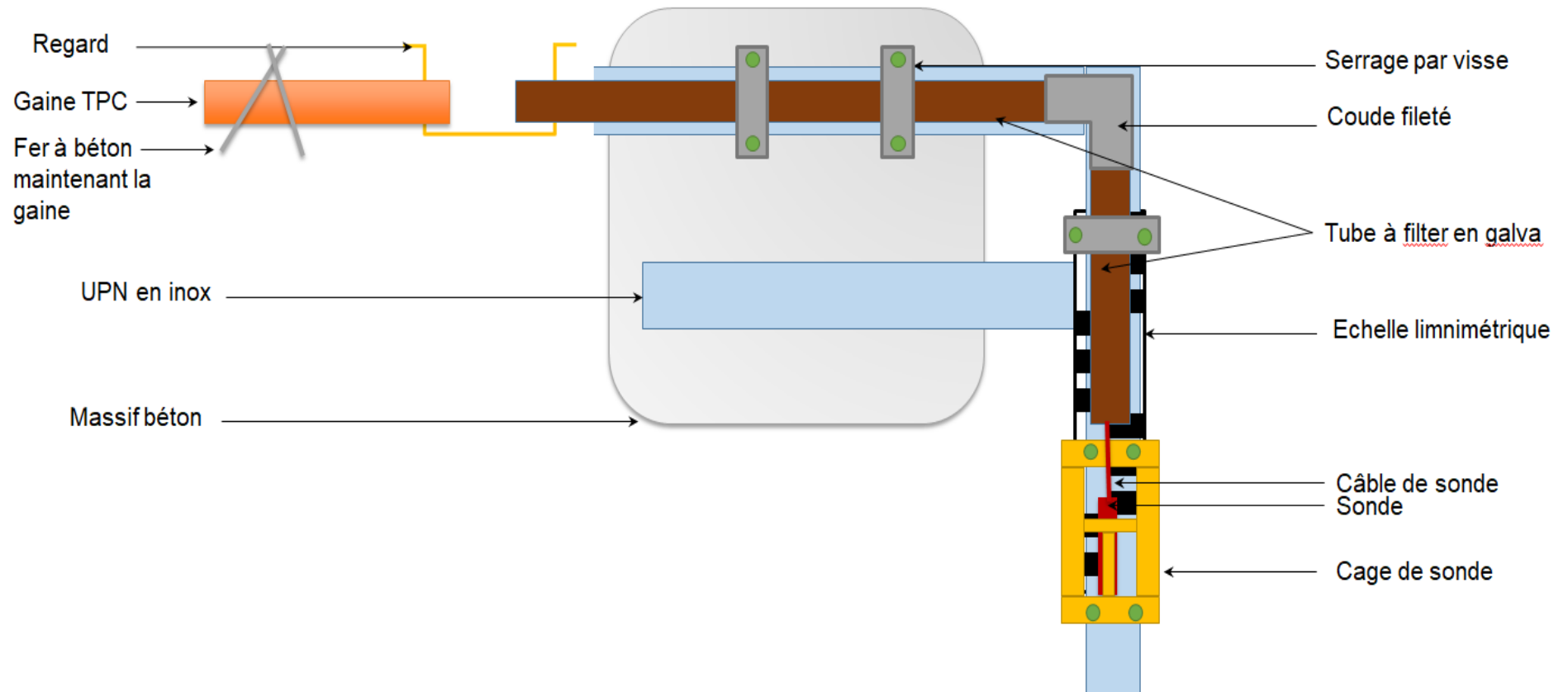


Pièces pour assemblage de la cage de sonde :

- 2 cornières (inox ou galva) en 30/30 mm, longueur 130 mm
- 2 cornières en 30/30, longueur 450 mm
- 1 fer plat (inox ou galva), longueur 240 mm
- 1 fer plat : largeur 20 mm, longueur 70 mm

Souder l'ensemble pour l'assemblage de la cage

Annexe III SCHÉMA DU MASSIF BETON - STRUCTURE METALLIQUE POUR CAGE DE SONDE



## BIBLIOGRAPHIE

- (1) : *Charte de l'hydromètre, ministère de l'environnement l'énergie et de la mer, 2017*  
[https://www.researchgate.net/publication/341488349\\_Charte\\_qualite\\_de\\_l'hydrometrie\\_Guide\\_de\\_bonnes\\_pratiques](https://www.researchgate.net/publication/341488349_Charte_qualite_de_l'hydrometrie_Guide_de_bonnes_pratiques)
- (2) : Manuel pratique de levés hydrométriques, Gouvernement du Canada, 2019  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2021/eccc/en37/En37-274-2019-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/eccc/en37/En37-274-2019-fra.pdf)
- (3) : manuel pratique de levés hydrométriques, gouvernement du Canada, 2019  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2021/eccc/en37/En37-274-2019-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/eccc/en37/En37-274-2019-fra.pdf)
- (4) : [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_4/hydrologie/14945.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_4/hydrologie/14945.pdf)